N° d'enregistrement au CNRS :

TOME I

THÈSE

DE DOCTORAT ÈS SCIENCES NATURELLES

PRÉSENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE PARIS VI

PAR

J. BONNEFOUS
Ingénieur ENSPM
Licencié ès Sciences Naturelles

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE ET MICROPALÉONTOLOGIQUE DU JURASSIQUE DE TUNISIE
(Tunisie septentrionale et centrale, Sahel, zone des Chotts)

- TEXTE -

Soutenue le 18 Novembre 1972 devant la Commission d'Examen :

M. LUCAS, Professeur	Président
Mme NEUMANN, Professeur	Examinateurs
M. JAUZEIN, Professeur	Examinateurs
M. CASTANY	Examinateurs

- 1972 -

N° d'enregistrement au CNRS :

TOME I

THÈSE

DE DOCTORAT ÈS SCIENCES NATURELLES

PRÉSENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE PARIS VI

PAR

J. BONNEFOUS

Ingénieur ENSPM

Licencié ès Sciences Naturelles

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE ET MICROPALÉONTOLOGIQUE DU JURASSIQUE DE TUNISIE

(Tunisie septentrionale et centrale, Sahel, zone des Chotts)

- TEXTE -

Soutenue le 18 Novembre 1972 devant la Commission d'Examen :

M. LUCAS, Professeur	Président
M^me^ NEUMANN, Professeur	Examinateurs
M. JAUZEIN, Professeur	
M. CASTANY	

- 1972 -

A la mémoire du Professeur CUVILLIER,

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

TABLE DES MATIERES

Pages

AVANT PROPOS 1

INTRODUCTION 4

/PREMIERE PARTIE/ - GENERALITES

CHAPITRE I - CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE 8

CHAPITRE II - HISTORIQUE GENERAL 11

CHAPITRE III - METHODOLOGIE 14

CHAPITRE IV - ECHELLE STRATIGRAPHIQUE ADOPTEE 16

CHAPITRE V - LES ELEMENTS DE DATATION 20

/DEUXIEME PARTIE/ - ETUDE STRATIGRAPHIQUE DES DIFFERENTS MASSIFS ET AFFLEUREMENTS

CHAPITRE I - CHAINONS JURASSIQUES (TUNISIE DU NORD EST) 48

A - DJEBEL BOU KORNINE D'HAMMAM LIF 49

B - DJEBEL RESSAS 58

C - DJEBEL SIDI SALEM ET MECELLA 66

D - MASSIF DU ZAGHOUAN 68

1 - Généralités 68

2 - Bref rappel structural 68

3 - Historique 69

4 - Coupes stratigraphiques 70

. Djebel Staa 71

. Coupe de la cote 442 74

. Coupe de la cote 633 78

. Synclinal de Sidi Bou Gabrine 82

. Falaise de Sidi Bou Gabrine 83

. Kef el Orma 84

. Kef el Orma (flanc E) 88

. Base du Grand Pic 90

. Coupe de la piste de Sidi Bou Gabrine au Poste Optique 92

. Petit Zaghouan 95

Pages

E - OUED GUELTA 97

F - DJEBEL EL KOHOL - DJEBEL EL AZEIZ 99

G - DJEBEL BENT SAIDANE 103

H - DJEBEL FKIRINE 109

I - DJEBEL ZARESS 112

CONCLUSIONS PARTIELLES CONCERNANT LES CHAINONS JURASSIQUES 119

CHAPITRE II - AFFLEUREMENTS SITUES A L'EST DES CHAINONS 121

A - HAMMAM JEDIDI 122

B - HAMMAM ZRIBA 127

C - OUED SIGUET NILLA 130

D - DJEBEL MDEKER 131

E - DJEBEL GARCI 134

CONCLUSIONS PARTIELLES CONCERNANT LES AFFLEUREMENTS SITUES A L'EST DES CHAINONS 134

CHAPITRE III - AFFLEUREMENTS SITUES A L'OUEST DES CHAINONS 135

A - DJEBEL AMAR 136

B - DJEBEL OUST 139

C - DJEBEL AZIZ 147

D - DJEBEL BOU KORNINE DE PONT DU FAHS 152

E - DJEBEL RAOUAS - DJEBEL BENE KLAB 157

CONCLUSIONS PARTIELLES CONCERNANT LES AFFLEUREMENTS SITUES A L'OUEST DES CHAINONS 164

CHAPITRE IV - POINTEMENTS NORD-OCCIDENTAUX 165

A - DJEBEL ICHKEUL 166

B - DJEBEL HAIRECH 171

C - DJEBEL SIDI AHMED ZAROUK 176

D - AFFLEUREMENTS VOISINS DE GHARDIMAHOU 178

E - AFFLEUREMENT DE L'OUED ZARGA 179

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543514_0001

Pages

CHAPITRE V - AXE NORD-SUD (TUNISIE CENTRALE) 182

I - Généralités 182

II - Historique général 183

III - Etude des différents massifs 184

A - DJEBEL HAOUAREB 18

B - DJEBEL TOUILA 189

C - DJEBEL NARA 191

D - DJEBEL CHAABET EL ATTARIS 198

E - DJEBEL SIDI KRALIF 203

F - KRECHEM EL KELB 205

G - DJEBEL FAID 208

H - DJEBEL RHEOUIS 209

I - FAUNES D'AMMONITES DANS LE TITHONIQUE SUPERIEUR ET LE BERRIASIEN DE L'AXE NORD-SUD 211

J - PHENOMENES DE DOLOMITISATION SECONDAIRE 213

CHAPITRE VI -

A - ETUDES GEOCHIMIQUES DES SERIES JURASSIQUES DE TUNISIE (Chaînons jurassiques et affleurements ouest) 218

B - PHENOMENES DE METAMORPHISME DANS LE JURASSIQUE DE TUNISIE .. 231

/TROISIEME PARTIE/ - RESULTATS STRATIGRAPHIQUES DE FORAGES

CHAPITRE I - LE CAP BON 235

A - CAP BON n°1 et 7 (CB.1 et CB.7) 236

B - CAP BON n°101 (CB.101) 240

C - RELATIONS DU JURASSIQUE DU CAP BON PROFOND AVEC CELUI DES CHAINONS JURASSIQUES 242

CHAPITRE II - LE BASSIN DES CHOTTS 244

A - CHOTT FEDJEDJ n°1 et 2 (CF.1 et CF.2) 245

B - ZEMLET EL BEIDA n°1 (ZB.1) 253

C - GUELLALA n°1 (GU.1) 255

D - SOUINIA n°1 (SO.1) 256

E - CORRELATIONS ENTRE LES FORAGES ETUDIES ET RELATIONS AVEC LES CHAINONS JURASSIQUES ET L'AXE NORD SUD 260

Pages

CHAPITRE III - LE GOLFE DE GABES 265
A - TANIT n°1 (TIT.1) 266
B - ECHMOUN n°1 (ECO.1) 267

CHAPITRE IV - LE SAHEL 268
A - KTITIR n°2 (KT.2) 269
B - NASR ALLAH n°101 (NA.101) 270
C - BIR ALI BEN KHALIFA n°1 (ABK.1) 270

CHAPITRE V - LE "CENTRE-NORD" 272

/QUATRIEME PARTIE/ - APERCU RAPIDE SUR LE JURASSIQUE DES REGIONS VOISINES ET SES RELATIONS AVEC NOTRE ETUDE

CHAPITRE I - SUD TUNISIEN ET TRIPOLITAINE 275
CHAPITRE II - ALGERIE DU NORD 284
CHAPITRE III - SICILE 298
CONCLUSION A CETTE PARTIE DE L'ETUDE 306

/CINQUIEME PARTIE/ - LE PROBLEME DES LIMITES DU JURASSIQUE EN TUNISIE

A - LIMITE INFERIEURE - RELATIONS AVEC LE TRIAS 308
B - LIMITE SUPERIEURE - RELATIONS AVEC LE CRETACE 311

/SIXIEME PARTIE/ - SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE, CORRELATIONS, PALEOGEOGRAPHIE, OROGENESE ET CONDITIONS DE SEDIMENTATION DU JURASSIQUE EN TUNISIE

CHAPITRE I - SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE 314
CHAPITRE II - CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES 327
CHAPITRE III - CONDITIONS DE SEDIMENTATION, PALEOGEOGRAPHIE ET OROGENESE 329

/SEPTIEME PARTIE/ - CONCLUSIONS GENERALES 345

Pages

BIBLIOGRAPHIE 350

ANNEXE I - POSITION DES COUPES PRINCIPALES
(Carroyage kilométrique LAMBERT) 373

ANNEXE II - CLASSIFICATION DES ROCHES CARBONATEES 381

LISTE DES FIGURES 388

LISTE DES PLANCHES 393

LISTE DES TABLEAUX 394

LEXIQUE ELEMENTAIRE ARABE-FRANCAIS DES NOMS DE LIEU 395

AVANT PROPOS

D'un séjour de neuf ans en Tunisie, au titre d'ingénieur géologue auprès de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine (S.N.P.A.) et de la Société de Recherches et d'Exploitation des Pétroles en Tunisie (S.E.R.E.P.T.), j'ai ramené l'amour du soleil, de la stratigraphie mésogéenne et un sujet de thèse de Doctorat sur le Jurassique.

Le Professeur CUVILLIER, dont je n'ai malheureusement pas été l'élève au cours de ma licence, a bien voulu me faire confiance et me charger de ce travail. Par son attention bienveillante et ses conseils éclairés, il m'a permis de mener à bien cette étude. Qu'il soit chaleureusement remercié ici. Sa disparition brutale, ressentie douloureusement par tous, est venue me priver de la joie de le voir présider le jury de cette thèse. Je dédie cet ouvrage à sa mémoire.

Madame NEUMANN a eu la tâche ingrate de reprendre ce travail en cours de route. J'ai beaucoup apprécié ses conseils et ses encouragements et je lui exprime ici ma reconnaissance.

Les Professeurs LUCAS et JAUZEIN, ainsi que M.CASTANY, ont bien voulu accepter de faire partie de mon jury de thèse ; leur grande connaissance des problèmes stratigraphiques d'Algérie et de Tunisie m'a été particulièrement précieuse.

Mes remerciements vont, également, à Monsieur BOUILLOT, Vice-Président-Directeur Général de la S.N.P.A. et ancien Président Directeur Général de la S.E.R.E.P.T. qui m'a donné les autorisations nécessaires pour entreprendre cette tâche.

Monsieur RUTMAN, Directeur du Centre de Recherches de la S.N.P.A., actuellement Directeur Général Adjoint Energie et Mines de la S.N.P.A., Monsieur COLO, Chef du Département Stratigraphie, expert en matière de Jurassique et Monsieur KULBICKI, Chef du Département Géochimie de ce centre, m'ont largement ouvert leurs laboratoires dès mon arrivée à Pau, et ont permis la réalisation de ce mémoire. Qu'ils reçoivent ici l'expression de toute ma gratitude.

Monsieur RADIER, Directeur de la Division Exploration et Monsieur APPERT, Chef du Bureau de Bassin Afrique de la S.N.P.A. m'ont toujours encouragé à poursuivre ma tâche, de même que leurs successeurs, respectivement MM. GIETKA et BERTHE, et je les en remercie.

Je dis également ma reconnaissance :

- aux Professeurs qui m'ont formé aux disciplines naturalistes et géologiques à la Faculté des Sciences de Toulouse :

  MM. les Professeurs CASTERAS, en Géologie,
  VANDEL, en Zoologie,
  CAPDECOMME, en Minéralogie.

- aux Professeurs de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole dont j'ai pu suivre l'enseignement :

Monsieur le Professeur FLANDRIN, qui me dirigea dans la réalisation d'un Diplôme d'Etude Supérieure de Géologie.

Monsieur VATAN, mon Maître en pétrographie,

Madame GUBLER,

Monsieur LYS,

- à mes Directeurs successifs à la S.E.R.E.P.T. qui m'ont toujours apporté leur appui :

Monsieur BODIO,

Monsieur PASCAL,

Monsieur PAGET,

- à Monsieur ENOUS, successivement Directeur de la Division Afrique, puis Directeur de la Direction Exploration et Production de la S.N.P.A.,

- Monsieur AZZOUZ et Monsieur BESBES, successivement Chef du Service Géologique de Tunisie, m'ont encouragé à poursuivre ce travail.

- Monsieur DUMON, ancien Chef Géologue à la S.E.R.E.P.T. m'a fait bénéficier de son expérience et de sa parfaite connaissance de la géologie tunisienne,

- Mes camarades du Groupe Stratigraphie, Mme AUBERT, Mme BOUROULLEC, MM.R.ELLOY, R.DELOFFRE, H.J.OERTLI, M.TIXIER, D.FOURNIE, M.HAMAOUI, F.CALANDRA, C.HOUAREAU, m'ont donné des idées et ont entretenu mon émulation, je les en remercie,

- J'ai reçu de précieux conseils, à l'Office National des Mines de Tunisie, de M.SOLIGNAC et échangé des idées et des informations avec MM.BARDI, MASSIN, FLORIDIA et TIXERON.

Mes remerciements vont encore :

- à mes anciens collègues de la S.E.R.E.P.T., MM.QUOIX, GLINTZBOECKEL, RABATE, MACOIN, MULLE, BHAT, COUTURE, CARREL, dont l'amitié m'a encouragé à poursuivre.

- à Monsieur Ph.DUFAURE de la Compagnie Française des Pétroles, spécialiste du Jurassique mésogéen et ami fidèle à qui je dois beaucoup et à qui j'ai fait de larges emprunts,

- à Monsieur SCHWAB, ancien Chef Géologue de la Western qui m'a autorisé à publier des renseignements sur les sondages effectués par sa Société,

- aux géologues de terrain de la S.E.R.E.P.T., MM.MASSIN, GUIRAND, LAZAAR, BEN DAOUD, dont j'ai utilisé certains travaux et avec qui j'ai eu de larges échanges de vues sur le terrain,

- à Monsieur H.BISMUTH, micropaléontologiste à la S.E.R.E.P.T., que j'ai eu le plaisir de diriger à son entrée dans cette société, et dont les connaissances micropaléontologiques m'ont été souvent précieuses,

- à Monsieur M.RAKUS, paléontologiste tchèque, détaché au Service Géologique de Tunisie, avec qui je fis de nombreuses sorties fructueuses sur le terrain, particulièrement dans l'axe Nord-Sud, et qui a déterminé mes Ammonites.

- aux assistants de Laboratoires de la S.E.R.E.P.T. et particulièrement MM.T.GHLILA et MOKTAR DJEMAI,

- à Messieurs BAUDRU et LABARTHE, et aux dessinateurs du bureau de dessin de la S.N.P.A. qui ont élaboré les dessins qui illustrent ce travail,

- à Messieurs POIREL et PASSINI, photographes à la S.N.P.A., qui ont réalisé les microphotographies et les tirages des planches photographiques,

- à Mesdames JOSEPH, LAGOUARDE, et aux dactylographes du C.R.P., dirigées par Mme GRANGE, qui ont eu la tâche ingrate de me relire et de taper ce texte,

- au personnel de l'imprimerie S.N.P.A. dirigée par M.GUILBAUT,

- enfin, à tous ceux qui, à des titres divers, m'ont fourni une aide matérielle et morale.

Vue générale du Djebel Ressas

On aperçoit, à gauche, le Petit Ressas, à droite le Grand Ressas.

Le Djebel Ressas est vu, ici, à travers une arche de l'aqueduc romain qui amenait les eaux du Zaghouan à Carthage.

Cet aqueduc a été construit au 2ème siècle après J.C., sous le règne de l'Empereur Hadrien.

INTRODUCTION

Cette étude constitue une mise au point stratigraphique et micropaléontologique des séries jurassiques du Nord et du centre de la Tunisie.

Les domaines géographiques et géologiques couverts par nos travaux sont les suivants, du Nord au Sud : (cf. fig.1)

. dans les zones d'affleurements :

- les Chaînons jurassiques (zone de la dorsale) dans le Nord-Est du pays,
- les alignements plus ou moins parallèles situés de part et d'autre de ces massifs,
- les pointements isolés de l'Hairech, de l'Ichkeul, de Sidi Ahmed Zarouk, de Ghardimahou, d'Oued Zarga, en Tunisie nord occidentale,
- l'Axe Nord-Sud, en Tunisie centrale,

. il s'y ajoute, dans les bassins jurassiques profonds reconnus par forages :

- le Cap Bon,
- le Centre Nord,
- le Sahel,
- le bassin des Chotts,
- le golfe de Gabès.

Si le Jurassique avait déjà fait l'objet, en Tunisie, d'études classiques de grande valeur, les domaines micropaléontologique et microstratigraphique étaient, en revanche, restés pratiquement ignorés. Or, ces grandes séries, généralement carbonatées, sont un point d'application idéal pour la technique des microfaciès ; ces "micropaysages sédimentaires" (Prof. CUVILLIER) ont pu être placés en parallèle, d'une part, avec les macrofaunes déjà décrites ou mises en évidence par nous-mêmes, d'autre part, avec les observations macroscopiques. Une stratigraphie plus rigoureuse et plus fouillée, appuyée sur des coupes topogéologiques analysées en laboratoire, a pu être ainsi élaborée, conduisant à des reconstitutions paléogéographiques et jetant quelques lueurs sur les conditions de sédimentation au Jurassique.

Après avoir donné le cadre géographique et géologique de cette étude, j'exposerai, successivement, dans une première partie, un bref historique des études géologiques précédemment effectuées sur le Jurassique de Tunisie, la

méthodologie que j'ai utilisée sur le terrain et au laboratoire, l'échelle stratigraphique retenue et les différents éléments de datation adoptés.

Dans une deuxième partie, je ferai l'étude analytique des massifs et affleurements, du point de vue stratigraphique, sans oublier l'aspect géochimique et les phénomènes de métamorphisme.

La troisième partie traitera des résultats stratigraphiques obtenus à partir des forages ayant traversé, en Tunisie, les séries jurassiques.

Un aperçu rapide sur le Jurassique des régions voisines (Sud tunisien, Tripolitaine, Algérie, Sicile) sera donné dans la quatrième partie.

Le problème des limites inférieures et supérieures du Jurassique, en Tunisie, sera évoqué dans la cinquième partie.

La sixième partie traitera de la synthèse stratigraphique, des corrélations, de la paléogéographie, de l'orogenèse et des conditions de sédimentation du Jurassique en Tunisie.

Enfin, dans la conclusion générale, j'exposerai l'apport de mon travail à la connaissance du Jurassique tunisien.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES

"Le Djebel Zaghouan est, assurément, la montagne la plus visitée, grâce à sa proximité de Tunis. C'est elle qu'on aperçoit avant d'être débarqué ; c'est elle que l'on revoit sans cesse, comme fond de tableau, dans les excursions autour de la ville. Du reste, sa silhouette hardie, sa cime aiguë, sa crête déchiquetée, ne manquent pas de pittoresque..."

L. PERVINQUIERE

"Etude géologique de la Tunisie centrale" 1903, pp.253 - 254.

CHAPITRE I

CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

A - /MASSIFS JURASSIQUES DE LA TUNISIE DU NORD EST/ -

Le voyageur qui arrive par avion d'Europe, a le regard attiré, à l'approche de Tunis, par un alignement Nord Est-Sud Ouest de massifs calcaires aux flancs escarpés ; il aperçoit, au premier plan, le Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif boisé, le Djebel Ressas dénudé, et, au loin vers le Sud, l'imposant massif du Zaghouan ; ces affleurements constituent l'extrémité septentrionale des Massifs jurassiques qui font partie de la "Dorsale tunisienne" qui s'étend, sur 75 kilomètres environ, depuis le golfe de Tunis jusqu'au Djebel Zaress, situé à environ 25 kilomètres au Sud de la ville de Pont du Fahs.

Ils jalonnent une faille majeure, dite "faille de Zaghouan", qui affecte, probablement, le socle ; ces anticlinaux à flancs complexes correspondent à des "extrusions" de calcaires liasiques et jurassiques au coeur de séries crétacées et tertiaires.

Une tectonique de type cassant, et le fait que ces affleurements aient subi une ultime phase orogénique post-villafranchienne, expliquent la vigueur du relief et la position souvent anormale de ces blocs portés en hauteur au-dessus des plaines et toujours en contact, par faille, avec les séries encaissantes.

Le massif du Zaghouan, qui atteint, au Grand Pic, l'altitude de 1295 m, est le deuxième sommet de Tunisie après le Djebel Chambi (1544 m), mais, avec une différence de niveau de 1150 m, il se détache beaucoup mieux que ce dernier des plaines environnantes. Le Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif (576 m), le Djebel Ressas (795 m), le Djebel Bent Saïdane (803 m), le Djebel Zaress (626 m), constituent encore des reliefs importants.

Tous ces massifs offrent une grande variété de paysages : tantôt dénudés avec d'impressionnantes parois verticales qui invitent à l'escalade, et d'immenses champs de pierrailles, tantôt couverts de pins d'Alep, de thuyas de Berbérie, ou de callitraies, témoins ultimes de la forêt climacique qui couvrait, autrefois, toute la Dorsale tunisienne et dont il ne reste que des lambeaux.

Ces montagnes constituent aujourd'hui des refuges pour la flore et la faune ; on a pu dénombrer, par exemple, au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, douze espèces d'orchidées qui peuplent les sous-bois.

Au pied de ces massifs jaillissent souvent des sources puissantes : le Château d'eau ou "Nymphée", édifié par les Romains, doublé d'un acqueduc qui amenait les eaux de Zaghouan à Carthage, et dont les belles ruines se dressent près de la ville de Zaghouan, témoignent de l'importance des résurgences. Un captage moderne alimente encore Tunis. Près du Djebel Bou Kornine, Hammam Lif tire son nom d'une propriété de ses eaux thermales chlorurées sodiques (Hammam Nif déformé en Hammam Lif veut dire, en arabe : "les bains du nez") qui sourdent sur l'emplacement d'un grand accident limitant, au Nord, le massif.

Signalons, enfin, que ces chaînes ont été, depuis l'antiquité, le siège d'exploitation de gisements métalliques (principalement pour le plomb et le zinc) dont on retrouve de nombreuses traces, sous forme de carrières à ciel ouvert, de galeries et de puits. A l'heure actuelle, l'Office National des Mines de Tunisie fait un gros effort de prospection dans ces djebels, en particulier au Djebel Mecella - Sidi Salem et au Djebel Staa (massif du Zaghouan) où la fluorine est activement recherchée.

B - /AXE NORD-SUD/ -

On désigne, sous ce terme, un axe structural de direction méridienne qui s'étend, en Tunisie centrale, sur 70 kilomètres, de l'Oued Marguellil au Sud de Kairouan jusqu'au Djebel Rhéouis situé à 20 kilomètres au Sud Est de Sidi Bou Zid.

Cette chaîne est peu élevée (le point le plus haut atteint seulement 772 m) mais forme cependant une barrière continue entre les plaines basses d'Hadjeb el Aioun - Sidi Bou Zid à l'Ouest et celle de la Sebkha el Bahira à l'Est.

Elle se décompose en un certain nombre de massifs séparés par des cols ; du Nord au Sud, on distingue : le Djebel Haouareb, le Djebel Touila, le Djebel Nara, le Djebel Chaabet el Attaris, le Djebel Sidi Kralif, le Krechem el Kelb, le Djebel Faid et le Djebel Rhéouis.

Ces massifs sont constitués par une série monoclinale à fort pendage ouest mais déversée vers l'Est, et limitée, sur son bord oriental, par un grand accident nord-sud jalonné d'affleurements d'évaporites appartenant au Trias-Infralias. Les séries jurassiques, généralement massives et dolomitisées, apparaissent en falaise à regard vers l'Est dans une zone d'une grande complexité tectonique.

De teinte rousse, ces carbonates se différencient bien, d'un point de vue morphologique, des argiles grises de Sidi Kralif qui les surmontent et dans lesquelles se situe la limite avec le Crétacé.

Le paysage est différent de celui observé dans les Massifs jurassiques ; il s'agit ici de la steppe typique des géographes, caractérisée par des plaines et montagnes dénudées du fait de l'absence d'arbre spontané. La végétation se limite à des touffes espacées d'alfa (ou sparte) et à de petits buissons d'épineux. Quelques genévriers, jujubiers et pistachiers sont distribués de façon très avare dans les dépressions et sur les flancs septentrionaux des massifs. Ce n'est qu'avec la saison des pluies que ce paysage désolé se vêt d'un manteau de plantes herbacées dont le développement est éphémère.

CHAPITRE II

HISTORIQUE GENERAL

La stratigraphie de chacun des différents massifs et affleurements jurassiques étant, dans la deuxième partie de cet ouvrage, précédée d'un historique détaillé, seules les grandes lignes tracées et les principaux jalons plantés par mes prédécesseurs seront exposés ici.

La première mention exacte du Jurassique, figurant dans une publication (*), remonte à 1884, date à laquelle E.CORTESE et M.CANAVARI reconnaissent Ellipsactinia ellipsoidea du Tithonique, parmi les Hydrozoaires recueillis, en 1883, par ZOPPI au Djebel Ressas et au Djebel Zaghouan (48).

W.KOBELT découvre, en 1885, la première Ammonite du Tithonique au Djebel Zaghouan (68).

A.BALTZER mentionne, en 1893, dans son étude de l'Atlas tunisien, l'Oxfordien, le Dogger et le Malm, au Djebel Zaghouan (5). Sa note paléontologique de 1895 fait état de la découverte, contestée depuis, d'un gîte fossilifère liasique au Zaghouan (attaque Angéline) ; un gisement oxfordien (attaque Gabrielle) est décrit dans cette même note (6).

En 1896, E.HAUG et E.FICHEUR découvrent Pygope aspasia au Zaghouan, et montrent, ainsi, l'existence du Lias (Domérien) qu'ils reconnaissent également au Djebel Oust et au Bou Kornine d'Hammam Lif (55). Le Professeur HAUG souligne, en 1897, le caractère transgressif de l'Oxfordien et du Tithonique dans la Dorsale tunisienne (62).

L.PERVINQUIERE, dans sa très remarquable "étude de la Tunisie centrale" de 1903 (85), puis dans ses travaux de paléontologie tunisienne de 1907 (88), passe en revue la faune des différents horizons et confirme la présence du Lias, de l'Oxfordien et du Tithonique dans les Chaînons jurassiques et les affleurements ouest.

M.SOLIGNAC consacre un important chapitre de sa thèse (1927) au Jurassique de la Dorsale (101). Il publie, pour la première fois, quelques photos de plaques minces, et étudie la stratigraphie et la tectonique de la plupart des affleurements de Tunisie septentrionale.

(*) Dès 1873, E.FUCHS signale la présence à "Djeradou" de calcaires fossilifères qu'il range dans le Lias moyen. Il s'agit, ici, du lambeau calcaire d'Hammam Jedidi.
Notes préliminaires sur les explorations faites en Mai - Juin et Juillet 1873 dans la partie septentrionale de la régence de Tunis. Rapport manuscrit Archives Travaux Publics de Tunisie - cité par M.SOLIGNAC (1927).

E.DUMON, pionnier pétrolier, effectue en 1936, une série de coupes le long de la Chaîne Nara - Kralif (Axe Nord-Sud) pour le compte du Syndicat d'Etudes et de Recherches Pétrolières en Tunisie et recueille une importante faune au Djebel Nara (54). Ses fossiles joints à ceux de H.SCHOELLER, sont étudiés par M.BREISTROFFER qui publie, en 1937, une importante liste d'Ammonites et établit l'âge tithonique supérieur de ces niveaux (20). H.SCHOELLER signale, dans une note, la présence de Jurassique dans l'Axe Nord-Sud (98).

Par la suite, E.DUMON et H.SCHOELLER trouvent, dans la série sous-jacente, quelques Ammonites mal conservées du Bajocien-Bathonien (99). Ainsi, s'établissait peu à peu la stratigraphie de cette chaîne.

En 1946, G.CASTANY étudie, à son tour, le Tithonique de la Chaîne Nara-Kralif et recueille de nombreuses Ammonites (35) qui font l'objet, en 1951, d'une monographie de S.ARNOULD-SAGET (3).

La contribution majeure à l'étude du Jurassique de Tunisie est celle de G.CASTANY qui publie, entre 1950 et 1955, une série d'articles et d'ouvrages parmi lesquels nous retiendrons surtout sa thèse de 1951 (38) et son ouvrage sur les "extrusions jurassiques" de 1955 (42).

Les différents chapitres de sa thèse consacrés à la stratigraphie et à la tectonique des Massifs jurassiques et de l'Axe Nord-Sud, constituent, sans conteste, la partie la plus originale et la plus personnelle de l'ouvrage. Il établit une stratigraphie cohérente et complète du Jurassique et propose une construction tectonique séduisante.

Son ouvrage sur les extrusions jurassiques vient heureusement compléter l'étude précédente par une description de nouveaux massifs et la publication de cartes géologiques au 1/20 000. Il contient de précieuses listes de fossiles classés par horizons et par massifs.

G.COLOM et M.DURAND-DELGA étudient, en 1953, les Tintinnoïdiens des échantillons prélevés par G.CASTANY dans les Massifs jurassiques et l'Axe Nord-Sud (47).

Entre 1963 et 1966, le service géologique de la Société de Recherches et d'Exploitation des Pétroles en Tunisie (S.E.R.E.P.T.) a effectué des études stratigraphiques dans les Massifs jurassiques et l'Axe Nord-Sud (J.BONNEFOUS, P.GUIRAND, A.LAZAAR, J.M.MASSIN) qui ont fait l'objet de plusieurs publications.(16, 17, 18, 61).

En 1967, H.BISMUTH, J.BONNEFOUS et Ph.DUFAURE ont publié une note sur les microfaciès du Mésozoïque de Tunisie comportant de nombreuses planches

photographiques (10). La même année, J.BONNEFOUS a donné une synthèse sur la stratigraphie du Jurassique en Tunisie, avec une série de cartes paléogéographiques (14).

Signalons, également, les travaux menés, à partir de 1963, par les équipes du Service Géologique de Tunisie, dirigées successivement par MM.AZZOUZ et BESBES, qui ont préparé la publication de plusieurs feuilles de la carte géologique au 1/50 000 où figurent des massifs jurassiques : feuilles de l'Ariana, la Goulette, Grombalia, Bou Ficha et Zaghouan. Ces différents travaux ont abouti à une série de publications fort intéressantes sur le Bajocien à faciès "ammonitico rosso" du Djebel Zaghouan - A.BIELY - 1969 (8), l'âge de la base de l'"ammonitico rosso" dans la Dorsale tunisienne - A.BIELY et M.RAKUS - 1969 (9), la découverte du Jurassique à l'Ouest de Medjez el Bab - S.PINI et J.SALAJ - 1969 (90), la mise en évidence du Rhétien au Djebel Fkirine - J.SALAJ et Z.STRANIZ - 1970 (97). Signalons, en particulier, l'important travail de M.RAKUS et A.BIELY - 1970 - sur la stratigraphie du Lias dans la Dorsale tunisienne (93).

Enfin, les géologues de l'Office National des Mines de Tunisie ont effectué, à la faveur des travaux de prospection minière, des études géologiques détaillées sur certains massifs ou affleurements jurassiques de Tunisie ; leurs découvertes sont malheureusement inédites, pour la plupart. Signalons, toutefois, la publications récente (1969) de S.FLORIDIA et J.M.MASSIN sur la stratigraphie et la tectonique d'Hammam Jedidi (56).

CHAPITRE III

METHODOLOGIE

1 - SUR LE TERRAIN -

Etant donné la complexité tectonique des Massifs jurassiques, la préparation des coupes a nécessité une étude bibliographique poussée. Leur implantation a été précédée d'un examen approfondi des photos aériennes et de reconnaissances sur le terrain.

La maille de l'échantillonnage, en moyenne de 5 m, a été resserrée dans les séries à variations verticales de faciès rapides. On trouvera, en annexe, la position exacte des principales coupes, définie par les coordonnées du carroyage kilométrique LAMBERT.

En général, tous les points de prélèvement d'échantillons ont été matérialisés, sur le terrain, par des chiffres et repères peints au minium et les coupes fléchées de façon à faciliter le travail du topographe.

La plus grande partie des coupes a fait, en effet, l'objet de mesures d'épaisseurs à l'aide d'un tachéomètre WILD T.O. et de mires parlantes.

Les coupes ont été restituées à l'échelle 1/200 ou 1/500, ce qui a permis une description très détaillée de la lithologie. Pour le présent travail, j'ai synthétisé, en général, le dessin des coupes à l'échelle du 1/2000.

2 - AU LABORATOIRE -

- Tous les échantillons prélevés ont fait l'objet de mesures de calcimétrie au calcimètre BERNARD. Le volume de CO_2 dégagé à la suite de la réaction d'un acide chlorhydrique dilué à 20 % sur 1 g. de roche broyée a été mesuré après un temps de réaction de 3', puis un temps de réaction de 15' : ainsi a pu être détectée la présence ou l'absence de calcite et de dolomite. Des abaques, établies en fonction de la température de la pièce où était effectuée la mesure, ont permis de situer avec une certaine précision, le type de roche :

. argile calcaire - marne - calcaire argileux - calcaire - calcaire dolomitique - dolomie calcaire - dolomie, etc...

Ces mesures ont été complétées, dans certains cas, par le dosage de la calcite et de la dolomite (mesure semi-quantitative) par diffractométrie X - cf. Chapitre VI "Etudes géochimiques".

- Des plaques minces ont été taillées, systématiquement, dans tous les échantillons indurés ; les niveaux les plus intéressants ont donné lieu à la confection de plusieurs plaques orientées dans des plans différents. Dans la description des microfaciès, j'ai suivi, pour la définition de la matrice, la classification de R.FOLK (*), modifiée par la S.N.P.A. Les "bioclasts" ont été attentivement répertoriés et ont fait l'objet d'une estimation semi-quantitative. On a utilisé, dans la partie descriptive de ce livre, les abréviations suivantes :

tr. = très rare, r. = rare, ar. = assez rare, af. = assez fréquent, f. = fréquent, ab. = abondant.

- Des mesures, au micromètre oculaire, de la cristallinité des dolomies ont été effectuées ; on trouvera une application de cette technique dans le chapitre consacré à la stratigraphie de l'Axe Nord-Sud (Chapitre V, paragraphe J).

- Des lavages ont été faits sur les marnes et les argiles suivant les techniques habituelles mises en oeuvre dans les laboratoires de la S.N.P.A. et de la S.E.R.E.P.T. : le lavage à l'eau ou à l'eau oxygénée à 130 volumes est suivi d'un tamisage sur 3 ou 4 tamis. L'échelle de tamis utilisés est celle de TYLER dont on trouvera les correspondances ci-joint :

Maille	mm
32	0,495
60	0,246
115	0,124
250	0,061

(*) On trouvera, en annexe, une note sur cette classification.

CHAPITRE IV

ECHELLE STRATIGRAPHIQUE ADOPTEE

Me conformant aux recommandations du Colloque International du Jurassique (Luxembourg - Août 1962), j'ai adopté l'échelle stratigraphique représentée ci-contre (Tableau 1).

Je place donc :

- le Rhétien dans le Trias, le Jurassique débutant avec l'étage Hettangien,
- l'Aalénien dans le Dogger,
- la base du Malm coïncidant avec l'Oxfordien.

Pour les étages terminaux du Jurassique, et du fait que les spécialistes n'ont pu se mettre d'accord sur les limites du Kimméridgien et du Portlandien et sur les équivalences avec le Tithonique et le Volgien, j'ai adopté, pour des raisons de commodité et de logique, la "4ème solution" proposée par R.ENAY ("L'étage Tithonique", Colloque du Jurassique à Luxembourg, 134, p.29) : "Une dernière solution est de redéfinir le Portlandien de telle façon qu'il débute avec les zones à Gravesia, usage qui a prévalu pendant très longtemps et reste encore utilisé dans de nombreux pays. Ainsi, le Tithonique devient l'équivalent rigoureux du Portlandien ; de même sa limite inférieure correspond, alors, avec celle du Volgien russe. C'est la solution déjà adoptée par E.HAUG en 1898".

Pour des raisons pratiques, également, et bien que le Colloque de Luxembourg ait recommandé l'abandon de ces termes, je serai parfois amené à subdiviser l'Oxfordien supérieur en sous-étages "Argovien" et "Séquanien" : en effet, l'utilisation de ces termes est classique, en Tunisie du Nord, depuis les travaux de G.CASTANY. Cependant, pour bien marquer la valeur purement régionale de ces subdivisions, je placerai toujours ces anciens sous-étages entre guillemets.

J'ai limité l'utilisation des termes de formations lithostratigraphiques aux seuls massifs dans lesquels les subdivisions chronostratigraphiques sont délicates à établir, voir impossibles à fixer, du fait de la recristallisation, de la dolomitisation ou du métamorphisme des sédiments : ceci s'applique à l'Axe Nord-Sud et aux affleurements septentrionaux, Djebel Ichkeul, Djebel Hairech...

SUBDIVISIONS DU JURASSIQUE

d'après COLLOQUE INTERNATIONAL DU JURASSIQUE

LUXEMBOURG – AOUT 1962

	ÉTAGES	ZONES A AMMONITES	SOUS-ÉTAGES	SOUS-ZONES A AMMONITES
MALM	PORTLANDIEN = TITHONIQUE = VOLGIEN	Zone à Berriasella chaperi		
		Zone à Gravesia (hybonotum)		
	KIMMERIDGIEN	Zone à Aulacostephanus autissiodorensis		
		Zone à Pictonia baylei = Zone à Sutneria platynota		
	OXFORDIEN	Zone à Ringsteadia pseudocordata = Z.à Idoceras planula = Z.à Epipeltoceras bim.		
		Zone à Quenstedtoceras mariae		
DOGGER	CALLOVIEN	Zone à Quenstedtoceras lamberti		
		Zone à Macrocephalites macrocephalus		
	BATHONIEN	Zone à Clydoniceras discus		
		Zone à Zigzagoceras zigzag		
	BAJOCIEN	Zone à Parkinsonia parkinsoni		
		Zone à Sonninia sowerbyi		
	AALENIEN	Zone à Graphoceras concavum		
		Zone à Leioceras opalinum		
LIAS	TOARCIEN	Zone à Pleydellia aalensis		
		Zone à Dactylioceras tenuicostatum		
	PLIENSBACHIEN	Zone à Pleuroceras spinatum	PLIENSBACHIEN sup. = DOMERIEN	Zone à Pleuroceras spinatum
				Zone à Amaltheus margaritatus
		Zone à Uptonia jamesoni	PLIENSBACHIEN inf. = CARIXIEN	Zone à Prodactylioceras davœi
				Zone à Uptonia jamesoni
	SINEMURIEN	Zone à Echioceras raricostatum	SINEMURIEN sup. = LOTHARINGIEN	Zone à Echioceras raricostatum
				Zone à Caenisites turneri
		Zone à Arietites bucklandi	SINEMURIEN inf.	Zone à Arnioceras semicostatum
				Zone à Arietites bucklandi
	HETTANGIEN	Zone à Schlotheimia angulata		
		Zone à Psiloceras planorbis		

RHETIEN à rattacher au TRIAS

Le Tableau 2 résume les subdivisions du Jurassique adoptées en Tunisie du Nord Est et les groupements lithologiques rendus nécessaires par l'absence de différenciation lithologique ou de marqueurs :

- l'Hettangien (?), le Sinémurien et le Pliensbachien inférieur ne peuvent être distingués, en général, par la lithologie : ces étages constituent une série homogène de calcaires et de dolomies, graveleux ou à "pellets".

- le Callovien et l'Oxfordien inférieur forment une série compréhensive de calcaire argileux à intercalations de marnes.

- Il en est souvent de même pour le Kimméridgien et le Tithonique inférieur.

On trouvera également, dans ce tableau, les symboles adoptés pour la légende des cartes géologiques figurant dans cet ouvrage.

SUBDIVISIONS DU JURASSIQUE

EN TUNISIE

SYSTEMES	SOUS-SYSTEMES	ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	COUPURES MICROFACIES	SYMBOLES	ENSEMBLES LITHOSTRATIGRAPHIQUES (Tunisie septentrionale)
CRÉTACÉ		BERRIASIEN				passage aux Marnes
JURASSIQUE	MALM	TITHONIQUE	SUPÉRIEUR		J 3 b	Alternances calcaires et marnes ou calcaires massifs
			INFÉRIEUR		J 3 a	
		KIMMERIDGIEN			J 2	
		OXFORDIEN	SUPÉRIEUR		J 1 b	calcaires noduleux rouges
			INFÉRIEUR		J 1 a	série calcaréo-marneuse
	DOGGER	CALLOVIEN			J I	
		BATHONIEN			J II	
		BAJOCIEN			J III	
		AALENIEN			J IV	
	LIAS	TOARCIEN			I 4	
		PLIENSBACHIEN	SUPÉRIEUR	DOMÉRIEN	I 3 b	calcaires à silex
			INFÉRIEUR	(CARIXIEN)	I 3 a	
		SINÉMURIEN			I 2	série massive calcaréo-dolomitique
		HETTANGIEN			I 1	
TRIAS		RHÉTIEN				

CHAPITRE V

LES ELEMENTS DE DATATION

Nous allons examiner, successivement, la macrofaune, puis les éléments reconnaissables au microscope, qui nous ont permis d'établir la stratigraphie du Jurassique en Tunisie.

A - /LA MACROFAUNE/ -

1 - LES AMMONITES -

Nous n'insisterons pas sur cette question ; elle a déjà été abondamment développée dans les différentes publications de G.CASTANY, et tout particulièrement dans l'ouvrage intitulé "Les extrusions jurassiques en Tunisie" - 1955 - où on trouvera des listes très complètes d'Ammonites (42).

De plus M.RAKUS prépare une monographie sur les Ammonites du Jurassique de Tunisie, comprenant l'étude de nos propres récoltes et a donné des listes d'Ammonites dans différents articles (9, 93).

Nos coupes sont appuyées à la fois sur les zones déterminées par G.CASTANY et sur les récoltes effectuées par M.RAKUS et moi-même.

Disons, simplement, que nous avons reconnu, de bas en haut, les successions suivantes (zone d'Ammonites) :

- Oxynoticeras des zones à Uptonia jamesoni (SOW.) et Tragophylloceras ibex (QUENST.)

  Pliensbachien inférieur

- Lytoceras bettonii FUC. et Seguenziceras algovianum OPP.

  Domérien

- Hildoceras bifrons BRUG.

  Toarcien

- Leioceras opalinum (REIN.) et Ludwigia murchisonae (SOW.)

  Aalénien

- Sphaeroceras brongniarti SOW.

Bajocien

- Morphoceras multiforme ARKELL et Calliphylloceras disputabile (ZITTEL)

Bathonien

- Pas d'Ammonites recueillies dans le Callovo-Oxfordien inférieur

- Gregoryceras transversarium (QUENST.) et Epipeltoceras bicristatum QUENST.

Oxfordien supérieur

- Streblites lithographicus OPP.

Kimméridgien-Tithonique inférieu

- Virgatosphinctes transitorius OPP.

Tithonique supérieur

- Neolissoceras grasi d'ORB.

Berriasien

2 - LES APTYCHUS -

Citons :

Lamellaptychus beyrichi (OPP.), Lamellaptychus punctatus (VOLTZ), Lamellaptychus latus (PARK.), et Lamellaptychus lamellosus (PARK.) du Kimméridgien-Tithonique.

3 - LES BELEMNITES -

Très répandues dans les sédiments jurassiques de Tunisie, elles présentent un faible intérêt stratigraphique. Notons, de bas en haut :

Proteuthis acutus MILLER, dans le Domérien,

Belemnopsis sulcatus MILLER, dans le Bajocien,

Hibolites astatus BLAINV., dans l'Oxfordien supérieur,

Duvalia tithonia OPP.
Belemnopsis semisulcatus MUNSTER
Belemnites gemmellaroi ZITT.
Belemnites ensifer OPPEL.
) dans le Tithonique supérieur

4 - LES BRACHIOPODES -

Les Brachiopodes ayant une valeur chronostratigraphique sont rares ; citons les formes suivantes caractéristiques du Kimméridgien - Tithonique : Pygope janitor PICTET, Pygope dyphyoides COL., Terebratula pentagonalis QUENST. et Terebratula moravica GLOCK.

5 - LES LAMELLIBRANCHES -

Nous signalerons seulement Posidonia alpina (GRAS) (*) que nous avons récoltée couramment dans les marnes du Callovo-Oxfordien inférieur.

6 - LES HYDROZOAIRES -

CANAVARI et MENEGHINI ont décrits les Ellipsactinia tithoniques du Djebel Zaghouan et du Djebel Ressas : Ellipsactinia ellipsoidea STEINM., E.caprensis CAN., E.tyrrhenica CAN. et E.africana CAN.

J'ai recueilli de nombreux spécimens de ces Ellipsactinia, toujours associés à des Rudistes dont Heterodiceras luci DEFR., des Polypiers, des Huîtres et des Nérinées. Ces formes sont particulièrement abondantes dans les faciès récifaux du Djebel Zaghouan et du Djebel Ressas (Massifs jurassiques de la Tunisie du Nord Est).

B - /LES ELEMENTS RECONNAISSABLES AU MICROSCOPE/ (cf. fig.2) -

1 - LES ALGUES (avec la collaboration de Ph.DUFAURE) -

J'ai adopté la classification retenue par J.H.JOHNSON dans ses ouvrages sur les Algues fossiles (225 - 226).

a - Formes du Lias -

. Famille des Dasycladacées -

Palaeodasycladus mediterraneus (PIA)

Pl.49 fig.92 et 93, Pl.50 fig.94, Pl.53 fig.101, Pl.54 fig.102 et 103, Pl.60 fig.115, Pl.73 fig.140, Pl.76 fig.146 et 147, Pl.85 fig.165, Pl.86 fig.166 et 167, Pl.87 fig.169, Pl.88 fig.170, Pl.95 fig.184 et 185,
Pl.I fig.4, 5, 6 et 10.

(*) Cette forme doit être appelée, actuellement, Bositra buchii (RÖMER).

Description -

Le thalle est long et plus ou moins en forme de massue. La tige centrale est longue, relativement mince, de forme sensiblement cylindrique. Les premiers rameaux, inclinés sur la tige centrale, sont arrangés en verticilles réguliers. Les seconds et troisièmes rameaux sont en grappes (probablement par 4 ou 6) sauf à la base de la plante. Les sporanges ne sont pas connus avec certitude.

Dans l'espèce mediterraneus, les rameaux sont très inclinés vers le haut de la plante.

Gisements et répartition -

Palaeodasycladus mediterraneus est une forme classique du Lias inférieur et moyen du bassin méditerranéen : elle est connue au Maroc - LE MAITRE et DUBAR, 1935, REY et NOUET, 1958, l'Italie - SARTONI et CRESCENTI, 1959 et 1962, Majorque - COLOM et DUFAURE, 1962, etc... En Tunisie, je l'ai rencontrée en abondance dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur de tous les Massifs jurassiques de la Tunisie du Nord Est. Elle est souvent associée à Thaumatoporella parvovesiculifera. Ses débris sont parfois encroutés par des Oncolithes.

. Famille des Solenoporacées -

Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI)

P1.50 fig.94, P1.53 fig.100 et 101, P1.54 fig.102 et 103, P1.72 fig.138 et 139, P1.73 fig.140, P1.75 fig.145, P1.76 fig.146 et 147, P1.87 fig.169,
P1.I fig.7, 8 et 11.

Description -

Cette Algue est formée de rangées de cellules étroitement serrées les unes contre les autres, à section polygonale, le plus fréquemment rectangulaires en coupes longitudinales. Les sporanges, rarement observés, sont probablement externes.

Gisements et répartition -

Cette espèce est connue un peu partout dans le monde depuis le Lias moyen à supérieur jusqu'au Crétacé supérieur, RADOICIC, 1960, SARTONI et CRESCENTI, 1962, RODA, 1965, PRATURLON, 1966.

En Tunisie, Thaumatoporella parvovesiculifera est très fréquente dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur des Massifs jurassiques.

Pycnoporidium liasicum ELLIOTT

Cette forme, rare en Tunisie, est présente dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur du Djebel Zaghouan.

Solenopora liasica LE MAITRE

Pl.I fig.9

J'ai trouvé cette espèce, décrite dans le Lias (Domérien) du Maroc. LE MAITRE 1937, au Djebel Ressas, au Djebel Zaghouan et au Djebel Oust où elle a été observée dans les calcaires du Sinémurien-Pliensbachien inférieur.

. Famille des Codiacées*-

Cayeuxia africana (LE MAITRE)

Le genre Cayeuxia correspond à un réseau de fins tubes non cloisonnés dont le nombre va en croissant par simples divisions en branches parallèles.

L'espèce africana, décrite dans le Lias du Maroc - LE MAITRE 1935, a été retrouvée, par nous, dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur du Djebel Ressas.

. "Section" Spongiostromata tribu des Oncolithi -

Pycnostroma GURICH

J'ai observé, dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur des Massifs jurassiques du Nord Est de la Tunisie, des Oncolithes de forme sphérique ou ovoide. Le thalle, à structure concentrique, parfois spiralé, est formé de fines laminae bien visibles laissant parfois entre elles des espaces irréguliers ; il encroute généralement des débris divers : Mollusques, Algues et très fréquemment des Palaeodasycladus (Pl.49 fig.92 et 93, Pl.85 fig.165, Pl.86 fig.166 et 167, Pl.87 fig.168 et 169, Pl.88 fig.170 et 171).

Au Djebel Zaghouan et à l'Oust j'ai remarqué une forme particulière d'Oncolithe dont la surface est parsemée de "pores" déprimés qui pourraient correspondre à des cavités sporangiques (?) (Pl.60 fig.115, Pl.85 fig.164).

(*) Udotéacées pour certains auteurs.

b - Formes du Kimméridgien-Tithonique -

Les faciès "récifaux", du type de ceux observés au Djebel Zaghouan et au Djebel Ressas, sont très riches en Algues variées :

. Famille des Corallinacées -

Lithoporella melobesioides (FOSLIE)

Le thalle est formé d'une couche simple de larges cellules qui sont allongées verticalement excepté autour des conceptacles où elles deviennent épaisses et peuvent comporter plusieurs couches.

L'espèce melobesioides a été observée au Djebel Zaghouan (Staa, Kef el Orma, Grand Pic...) dans les faciès récifaux du Kimméridgien-Tithonique.

. Famille des Solenoporacées -

Pycnoporidium lobatum YABE et TOYAMA

J'ai observé cette forme dans le Kimméridgien-Tithonique du Kef el Orma (Zaghouan).

. Famille des Dasycladacées -

Clypeina jurassica FAVRE

Cette forme a été reconnue au Djebel Zaghouan (falaise de Bou Gabrine) dans les mêmes étages que les formes précédentes.

Macroporella gigantea CAROZZI

Pl.65 fig.125, Pl.VIII fig.7 et 8.

Les belles sections de cette espèce rencontrées dans le Tithonique "récifal" du Kef el Orma, du petit Zaghouan et du Djebel Ressas, ont des mensurations conformes à l'espèce type décrite par CAROZZI, 1955 - du Jurassique récifal du bassin de Genève.

Des débris de Macroporella pygmaea GÜMBEL ont, également, été observées au Djebel Ressas et au Zaghouan.

Petrascula bursiformis ETALLON

est présente dans les association d'Algues du Kimméridgien-Tithonique du Kef el Orma (Zaghouan).

Pianella annulata (CAROZZI)

est à signaler dans le Kimméridgien-Tithonique du Djebel Staa et d'Hammam Zriba.

Teutloporella obsoleta CAROZZI

a été observée dans le Jurassique supérieur à faciès récifal du Djebel Ressas.

. Famille des Codiacées -

Cayeuxia filiformis n.sp.

Nous avons désigné ainsi une espèce de Cayeuxia à tubes filiformes, rarement bifurqués, parfois très laches et espacés que nous avons observée dans le Kimméridgien-Tithonique du Kef el Orma (Zaghouan) et qui est figurée sur la Planche VIII figures 17 et 21, échantillons DAS M 563 et 564.

Cayeuxia moldavica FROLLO

J'ai observé cette forme au Kef el Orma et à Hammam Jedidi dans le Kimméridgien-Tithonique.

Cayeuxia piae FROLLO

est présente, également, au Kef el Orma (Zaghouan) et dans le Tithonique d'Hammam Zriba.

Lithocodium aggregatum ELLIOTT

Pl.51 fig.96, Pl.52 fig.98 et 99, Pl.69 fig.132 et 133.

Il s'agit d'une Codiacée encroutante formée de croutes superposées se développant en masses nodulaires irrégulières. La structure interne est constituée de filaments grossiers disposés très irrégulièrement, sans orientation définie. A l'extérieur s'observe une couche formée de filaments radiaux irréguliers, chacun d'eux se divisant en filaments plus fins qui paraissent parfois se réunir.

Ces Algues se rencontrent dans le Kimméridgien-Tithonique du Djebel Ressas, du Djebel Sidi Salem et du Djebel Zaghouan (Kef el Orma, petit Zaghouan). Ces formes sont généralement fixées, en Tunisie, sur des débris de Polypiers, Spongiomorphidae et Mollusques.

. "Section" Porostromata -

Girvanella sp.

Cette forme est constituée par un amas de petits tubes contournés correspondant à de simples cylindres, sans perforation ni cloisonnement. Les ramifications sont rares.

Le genre Girvanella est présent dans le Kimméridgien-Tithonique du Kef el Orma (Zaghouan).

. "Section" Spongiostromata tribu des Oncolithi -

Pl.59 fig.112 et 113, Pl.60 fig.114, Pl.62 fig.119, Pl.63 fig.120 et 121, Pl.64 fig.122 et 123, Pl.65 fig.125, Pl.80 fig.155, Pl.VIII fig.23 et 24.

Ces Algues concrétionnées ont joué, comme nous le verrons par la suite, un role considérable dans l'édification des faciès récifaux des Chaînons jurassiques de la Tunisie du Nord-Est où elles sont particulièrement abondantes.

Il s'agit de nodules stromatolithiques de 3 mm de long sur 1 mm de large environ, avec une structure apparente homogène, concentrique, laissant parfois voir des microtubes isolés.

Cette structure est ordonnée, dans tous les cas, autour du Foraminifère Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI. Ces Spongiostromata semblent appartenir au "genre" Pycnostroma.

C'est la première fois, à ma connaissance, qu'est signalée une telle association spécifique Algue (Pycnostroma)-Foraminifère (Nodophthalmidium).

- Dans les forages du Chott Fedjedj, le Jurassique supérieur nous a livré :

. Famille des Dasycladacées -

Acicularia elongata CAROZZI

Cylindroporella arabica ELLIOTT - Pl.VIII fig.1 à 3

Clypeina jurassica FAVRE - Pl.VIII fig.4 à 6

. Famille des Codiacées -

Cayeuxia piae FROLLO

Cayeuxia moldavica FROLLO - Pl.VIII fig.13

. "Section" Spongiostromata tribu des Oncolithi

. Famille des Solenoporacées

Thaumatoporella sp.

. Famille des Gymnocodiacées

Permocalculus sp. - Pl.97 fig.188 et 189
Pl.VIII fig.14

. Famille des Corallinacées

Lithothamnium (?) primitiva JOHNSON KAFKA - Pl.VIII fig.16

2 - LES CRINOIDES PELAGIQUES -

Les débris de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ, abondent dans le Kimméridgien-Tithonique inférieur de Tunisie. Les figures 3 à 10 illustrent ces éléments. Nous avons reconnu, parmi ces débris, des fragments de thèque, des articles de bras axillaires, de secundibrachiales et de ramules.

3 - LES "FILAMENTS" -

Ils sont, généralement :

. courts et rigides dans le Toarcien-Aalénien,

. longs, minces et ondulés dans le Bajocien-Bathonien,

. zonés et à bordure dentelée dans le Callovo-Oxfordien inférieur.

On peut encore ranger dans ce groupe, les cloisons d'Ammonites, les sections de tests d'Arthropodes (Crustacés), les sections de Lamellibranches pélagiques.

La nature de ces organismes, largement distribués dans le Jurassique mésogéen, est l'objet de nombreuses discussions. Pour COLOM (1955) il s'agirait de sections de tests de Mollusques (Posidonomya ou Halobia). Certains de ces filaments seraient à rapporter à des Cancellophycus d'après DURAND-DELGA (1955), à des Ptéropodes d'après GUBLER et CHARPAL (1955), à des Algues filamenteuses selon CUVILLIER (1951, 1954, 1956). DUFAURE (1958) et PEYRE (1959) interprètent certains de ces filaments comme des sections

CHAINONS JURASSIQUES
RÉPARTITION DES TINTINNOIDIENS

COUPES	ETAGES \ TINTINNODIENS	Calpionella alpina	Calpionella elliptica	"Calpionella undelloides"	Crassicolaria sp.	Crassicolaria parvula	Crassicolaria massutiniana	Crassicolaria intermedia	Crassicolaria brevis	Tintinnopsella carpathica	Tintinnopsella cadischiana	Stenosemellopsis hispanica	Calpionellites lata
DJ. BOU KORNINE D'HAMMAM LIF	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X	X	X	X								
DJEBEL STAA (ZAGHOUAN) COTE 442	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X	X					X		X			
COUPE DE LA COTE 633 (ZAGHOUAN)	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X				X							
SYNCLINAL DE SIDI BOU GABRINE (ZAGHOUAN)	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X	X					X				X	
FALAISE DE SIDI BOU GABRINE (ZAGHOUAN)	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X						X					
KEF EL ORMA (ZAGHOUAN)	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X	X					X				X	X
OUED GUELTA	BERRIASIEN	X	X			X				X	X		
	TITHONIQUE	X	X				X	X	X	X			
DJEBEL BENT SAIDANE	BERRIASIEN												
	TITHONIQUE	X	X					X		X		X	
DJEBEL ZARESS	BERRIASIEN	X	X							X	X		
	TITHONIQUE	X	X	X		X						X	

AFFLEUREMENTS A L'EST ET A L'OUEST DES CHAINONS RÉPARTITION DES TINTINNOIDIENS

COUPES	ÉTAGES / TINTINNOIDIENS	Calpionella alpina	Calpionella elliptica	Crassicolaria sp.	Crassicolaria brevis	Crassicolaria intermedia	Crassicolaria parvula	Crassicolaria massutiniana	Tintinnopsella carpathica	Tintinnopsella cadischiana	Calpionellopsis oblonga	"Calpionellites neocomiensis"	Calpionellites darderi	Coxliellina berriasiensis	Stenosemellopsis hispanica
HAMMAM JEDIDI	BERRIASIEN	X	X						X	X		X		X	
	TITHONIQUE	X	X	X					X						
DJEBEL MDEKER	BERRIASIEN														
	TITHONIQUE	X		X	X				X						
DJEBEL AMAR	BERRIASIEN														
	TITHONIQUE	X				X									
DJEBEL OUST	BERRIAS.–VALANG.	X	X	X							X		X		X
	TITHONIQUE	X	X	X		X	X	X							
DJEBEL AZIZ	BERRIASIEN														
	TITHONIQUE	X	X	X											
DJEBEL RAOUAS	BERRIASIEN	X	X						X	X					
	TITHONIQUE	X	X	X	X	X									
OUED ZARGA	BERRIASIEN	X	X												
	TITHONIQUE	X	X												

AXE NORD-SUD
RÉPARTITION DES TINTINNOIDIENS

COUPES	ÉTAGES / TINTINNOIDIENS	Calpionella alpina	Calpionella elliptica	Crassicolaria parvula	Calpionellites darderi	Calpionellites lata	Tintinnopsella carpathica	Tintinnopsella cadischiana	Stenosemellopsis hispanica	Favelloides pseudoserrata	Coxliellina berriasiensis	"Calpionella undelloides"	"Calpionellites neocomiensis"	Tintinnopsella longa	"Calpionellopsis thalmanni"
DJEBEL NARA (KEF EL KRAKRMAT)	BERRIASIEN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	TITHONIQUE														
DJEBEL NARA NORD	BERRIASIEN	X			X		X								
	TITHONIQUE	X					X								
CHAABET EL ATTARIS	BERRIASIEN	X	X				X								
	TITHONIQUE	X	X				X								
DJEBEL SIDI KRALIF	BERRIAS.–VALANG.	X	X				X	X	X			X	X	X	X
	TITHONIQUE	X	X									X			

FORAGES DE TUNISIE
RÉPARTITION DES TINTINNOIDIENS

COUPES	ÉTAGES / TINTINNOIDIENS	Calpionella alpina	Calpionella elliptica	Crassicolaria sp.	Crassicolaria brevis	Crassicolaria intermedia	Crassicolaria parvula	Tintinnopsella carpathica	Tintinnopsella cadischiana	Calpionellopsis oblonga	Tintinnopsella longa	"Calpionella undelloides"	Calpionellites darderi	"Calpionellites neocomiensis"	Calpionellopsis simplex	Stenosemellopsis hispanica	Amphorellina sp.
CAP BON N° 1 (CB. 1)	BERRIASIEN	X	X						X								
	TITHONIQUE																
CAP BON N° 7 (CB. 7)	BERRIASIEN	X	X				X	X	X	X		X	X			X	
	TITHONIQUE	X	X	X		X		X									
AP BON N° 101 (CB. 101)	BERRIAS.–VALANG.	X	X					X	X	X		X				X	
	TITHONIQUE	X		X		X											
SOUINIA N° 1 (So. 1)	BERRIAS.–VALANG.										X			X		X	X
	TITHONIQUE	X	X		X	X						X			X?		

RÉPARTITION DES TINTINNOIDIENS EN TUNISIE

TINTINNOIDIENS	VALANGINIEN	BERRIASIEN	TITHONIQUE SUPÉRIEUR
Crassicolaria intermedia			
Crassicolaria massutiniana			
Crassicolaria brevis			
Crassicolaria parvula			
Calpionella alpina			
Calpionella elliptica			
Calpionella undelloides *			
Tintinnopsella carpathica			
Tintinnopsella cadischiana			
Stenosemellopsis hispanica			
Calpionellites lata			
Calpionellites neocomiensis **		?	
Calpionellites darderi		?	
Tintimopsella longa			
Coxliellina berriasiensis			
Favelloides pseudoserrata			
Calpionellopsis oblonga			
Calpionellopsis thalmanni ***			
Calpionellopsis simplex			
Amphorellina sp.			

* d'après J. REMANE «Calpionella undelloides» serait une Calpionella alpina dépourvue de col

** pour J. REMANE «Calpionellites neocomiensis» correspondrait à des individus de Calpionellopsis oblonga et de Calpionellopsis simplex présentant un col fracturé lors de la fossilisation

*** forme mise en synonyme avec Calpionellopsis oblonga par J. REMANE

de prodissoconques de Lamellibranches, coquilles qui se développent à un certain stade larvaire de ces animaux. D'après PEYRE "l'abondance de ces organismes n'a rien d'extraordinaire, si l'on considère qu'une huître adulte peut émettre quelques 500.000 larves à chaque ponte...".

Les "filaments ondulés" que j'ai souvent observés, en Tunisie, dans le Bathonien-Callovien-Oxfordien inférieur seraient à rattacher aux Posidonomyes selon PEYRE. Enfin, j'ai observé un type particulier de filaments contigus, épais, longs et zonés, parfois contournés, avec des articulations visibles, qui seraient à rapporter, éventuellement, d'après le Professeur CUVILLIER, à des accumulations de tests d'Arthropodes (Crustacés ?) : j'ai mis en évidence de tels filaments au Djebel Zaghouan (coupe de la piste de Bou Gabrine au Poste Optique et au Kef el Oma, flanc E), dans le Bajocien-Bathonien (Pl.61 fig.116 et 117, Pl.62 fig.118, Pl.68 fig.130).

4 - LES TINTINNOIDIENS -

Ces organismes sont très répandus et caractéristiques du Tithonique supérieur et du Berriasien de Tunisie (*).

Les tableaux ci-joints (Tableaux 3 à 7) montrent la répartition des genres et des espèces reconnus lors de mon étude.

5 - LES FORAMINIFERES (avec la collaboration de Ph.DUFAURE) -

. Hettangien -

Austrocolomia plochingeri OBERHAUSER (Pl.I fig.1 à 3)

A.plochingeri a été décrite par V.R.OBERHAUSER (1960) du Trias moyen et supérieur (Ladinien et Carnien) des Alpes orientales. Cette espèce a, également, été observée dans le Norien à Hettangien mésogéen (Italie, Sicile septentrionale : Monte Inici).

Glomospira sp., forme primitive à pelotonnement irrégulier et lache.

Ces deux formes ont été observées, par nous en Tunisie, dans les matériaux du sondage Cap Bon n°1, au Djebel Ressas et dans la carrière de Ghardimahou; elles sont à ranger dans l'Hettangien probable.

(*) Nous avons eu tardivement connaissance, après rédaction de ce texte, des travaux sur les Tintinnoïdiens de la Mésogée présentés à la IIème Conférence sur les Planctoniques de Rome, 1970 - Public.1971 et en particulier : ALLEMANN F., CATALANO, R. et REMANE, J. - Standard Calpionellid zonation (upper Tithonian-Valanginian) of the Western Mediterranean Province.

. Sinémurien-Pliensbachien inférieur -

Verneuilinoides mauritii (TERQUEM) (Pl.I fig.12, 14, 16 et 18).

Cette espèce a été récoltée dans tout le bassin de Paris depuis la zone à Echioceras raricostatum jusqu'au sommet de la zone à Deroceras davoei soit le Sinémurien supérieur et le Pliensbachien inférieur. En Lorraine elle est connue dans le Carixien - G.BIZON (1961). En Allemagne ce même Foraminifère a été observé du Lias γ au Lias δ (BARTENSTEIN et BRAND, 1937). J'ai noté la présence de ce Foraminifère, en Tunisie, dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur des Chaînons jurassiques.

Verneuilina sp.

Gaudryina cf. G. gradata BERTHELIN

H.BARTENSTEIN et E.BRAND (1937) indiquent la présence de cette forme en Allemagne du Nord Est dans le Lias γ (base du Sinémurien).

En Tunisie, j'ai reconnu G. gradata dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur des Chaînons jurassiques.

Trochammina sp.

Aeolisaccus sp.

Tubinella inornata (BRADY)

Cette forme est signalée, en Allemagne, dans le Lias β (zone à jamesoni du Carixien) par H.BARTENSTEIN et E.BRAND (1937).

Turrispiroides (Pl.I fig.13)

Ces différentes formes ont été également observées par nous, dans le Sinémurien-Pliensbachien inférieur des Chaînons jurassiques de la Tunisie du Nord Est.

. Pliensbachien supérieur = Domérien -

Involutina liassica (JONES) (Pl.II fig.1 à 7)

M.COUSIN et M.NEUMANN ont présenté, en 1971, une étude bibliographique sur cette forme : J.SCHWEIGHAUSER a décrit, en 1950, dans les niveaux à Gyphea arcuata du Tessin, une nouvelle espèce de Spirillina, Spirillina ticinensis, associée à S.liassica ; d'après les auteurs cités plus haut, ces espèces sont à mettre en synonymie avec Involutina liassica.

M.RIOULT et J.J.BIZON ont signalé, au Colloque du Lias français (1961), Involutina cf. aspera, forme généralement a rapporter à I.liassica, dans la zone à Arnioceras semicostatum (Sinémurien) de Basse Normandie.

Involutina liassica est également connue dans le Sinémurien de Provence (A.BENOIT, 1961 et F.DELCEY LEDUC, 1961) et en Ardèche dans le Pliensbachien (F.DELCEY LEDUC, 1961). J.LORENZ (1964) a également trouvé cette espèce en Bourgogne dans le Sinémurien.

R.RADOICIC (1962) la signale en Yougoslavie dans le Toarcien (zone à Hildoceras bifrons).

En 1964, R.RADOICIC et A.FARINACI donnent une extension stratigraphique très grande à cette espèce : Hettangien à Toarcien (*).

Pour M.B.CITA (1965) Involutina liassica s'étendrait de l'Hettangien au Lotharingien. P.CANUTI et C.PIRINI (1965) signalent cette forme dans le Lias inférieur et moyen de la formation "Scisti Polichromi" du Mont Chianti en Italie.

Involutina liassica a encore été citée dans le Domérien des Causses (J.FLEURY, 1966), par J.P.BASSOULET (1966) dans le Sinémurien supérieur d'Algérie et par J.LASNIER (1965) dans le Domérien des Hautes Plaines de l'Algérie du Nord.

Dans un travail de compilation sur le Lias de l'Europe du Nord Ouest, J.BROUWER (1969) indique comme répartition pour cette forme : Hettangien à Toarcien inférieur à moyen (*).

Cette espèce semble donc cantonnée surtout dans le Lias inférieur et moyen. Sa présence dans le Toarcien n'a été signalée que par R.RADOICIC, A.FARINACCI et J.BROUWER.

En Tunisie, nous l'avons observée uniquement dans le Pliensbachien supérieur (Domérien) où elle est associée à d'autres Foraminifères que nous allons énumérer :

Trocholina sp. (Pl.II fig.8 à 11)

Epistomina margarita TERQUEM (Pl.II fig.12 à 14)

Nodosaria metensis TERQUEM (Pl.II fig.25)

Cette forme a été décrite, en 1875, par TERQUEM des marnes du Domérien (zone à margaritatus) d'Essey les Nancy. Selon G.BIZON (1961)

(*) Une répartition aussi vaste, pour cette espèce, nous paraît erronée.

sa répartition en Lorraine serait Hettangien-Sinémurien. Elle est également signalée du Lias α à δ (Hettangien à Toarcien) d'Allemagne par BARTENSTEIN et BRAND (1937). Sa répartition s'étendrait de l'Hettangien au Toarcien inférieur à moyen en Europe du Nord Ouest d'après BROUWER (1969).

Lingulina tenera BORNEMANN (Pl.II fig.15, 16 et 18, 19, 20)

Cette espèce est connue en Lorraine de l'Hettangien au Domérien - G.BIZON, Colloque du Lias (1961).

Pour T.BARNARD le "groupe" Lingulina tenera serait cantonné en Angleterre au Lias inférieur et moyen : Hettangien à Carixien (1956).

G.C.ADAMS signale ce Foraminifère dans le Lias supérieur (Toarcien) de la partie septentrionale du Lincolnshire (1957).

Dans une étude des Foraminifères du Lias de l'Europe du Nord Ouest, J.BROUWER (1969) donne une répartition s'étendant de l'Hettangien à l'Aalénien inférieur.

J.EPISTALIE et J.SIGAL (1960) indiquent la présence de cette forme dans le Domérien du Jura méridional et du détroit de Rodez.

J.LASNIER (1965) signale cette espèce dans le Domérien des Hautes Plaines de l'Algérie du Nord, M.RIGO et F.BARBIERI (1959) en Sicile, dans le Lias inférieur et moyen.

Lingulina tenera a été observée, également, en Sicile par F.BARBIERI (1964) dans le Pliensbachien et le Domérien du sondage Raguse 1.

En Tunisie, je n'ai observé ce Foraminifère que dans le Domérien des Chaînons jurassiques.

Lenticulina prima (d'ORBIGNY) (Pl.II fig.22, 23, 26)

La répartition de L.prima en Allemagne, donnée par BARTENSTEIN et BRAND (1937), est Lias α à Lias δ soit Hettangien à Domérien.

G.BIZON (1961) signale cette forme dans le Domérien de Lorraine.

D'après J.BROUWER (1969), cette espèce se rencontrerait, en Europe du Nord Ouest, de l'Hettangien à l'Aalénien inférieur.

Elle a été signalée par J.EPISTALIE et J.SIGAL (1960) dans le Domérien du Jura méridional.

J.LASNIER (1965) la décrit, au même niveau, dans le Lias des Hautes Plaines de l'Algérie du Nord, M.RIGO, F.BARBIERI (1959) dans le Lias moyen à supérieur de Sicile et G.COLOM, Ph. DUFAURE (1962) dans celui de Majorque.

P.CANUTI et C.PIRINI (1964) ont indiqué la présence de L.prima dans le Lias inférieur et moyen du Mont Chianti en Italie.

En Tunisie, cette espèce me paraît restreinte au Domérien des Chaînons jurassiques.

Lenticulina cultrata (MONTFORT) (Pl.II fig.28)

Cette espèce est connue, en Allemagne, dans tout le Lias, BARTENSTEIN et BRAND (1937).

Je l'ai observée dans le Domérien du Djebel Oust, en Tunisie.

Lenticulina munsteri (ROEMER)

Lenticulina munsteri a, en Allemagne, une répartition qui s'étend du Lias β - δ au Dogger supérieur, BATENSTEIN et BRAND (1937).

Cette forme semble restreinte, en Tunisie, au Domérien (Chaînons jurassiques).

Lenticulina gottingensis (BORNEMANN)

D'après J.BROUWER (1969), la répartition de cette espèce dans l'Europe du Nord Ouest est la suivante : Sinémurien supérieur à Aalénien inférieur.

P.CANUTI et C.PIRINI (1964) la signale dans le Lias inférieur et moyen, en Italie.

En Tunisie elle n'a été observée, par nous, que dans le Domérien des Chaînons jurassiques.

Spirophthalmidium sp. (Pl.II fig.29, 30, 31, 32)

Arenovidalina sp. (Pl.I fig.15)

Lenticulina acutiangulata (TERQUEM) (Pl.III fig.2)

L.acutiangulata est connue dans le Lias δ (Domérien) d'Allemagne, BARTENSTEIN et BRAND (1937).

C'est également dans le Domérien que je l'ai observée en Tunisie.

Frondicularia brizaeformis TERQUEM (Pl.II fig.21)

Cette espèce est connue dans le Lias γ (Carixien) d'Allemagne, BARTENSTEIN et BRAND (1937).

En Lorraine, l'extension de cette forme s'étend de l'Hettangien au Domérien, G.BIZON (1961).

F.brizaeformis a été décrite, en Europe du Nord Ouest, depuis l'Hettangien jusqu'au Toarcien moyen (J.BROUWER, 1969).

Dans la partie sud est du bassin parisien elle est connue du Sinémurien à la base du Domérien.

En Italie, cette forme a été observée, également, dans le Lias inférieur et moyen (P.CANUTI et C.PIRINI, 1969).

J'ai noté la présence de cette espèce en Tunisie, dans le Domérien des Chaînons jurassiques.

. Toarcien inférieur -

Dentalina gr. vetustissima d'ORBIGNY (Pl.III fig.3, 4)

D. vetustissima est décrite dans le Lias γ et δ (Carixien et Domérien) d'Allemagne par BARTENSTEIN et BRAND (1937).

En Europe du Nord Ouest, J.BROUWER (1969) donne l'extension suivante : Hettangien à Aalénien inférieur.

J'ai observé cette forme dans le Toarcien inférieur du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif accompagnée de Nodosaria gr. tenuissima FRANKE et de Spirillina sp.

. Toarcien supérieur à Bajocien -

Lenticulina subalata REUSS

Lenticulina ectypa CORDEY

Lenticulina quenstedti GÜMBEL

Lenticulina munsteri REUSS

Saracenaria franconina ZIEGLER

Nodosaria mutabilis TERQUEM

Pseudoglandulina humilis ROEMER

Pseudoglandulina pupoides (BORNEMANN)

Polymorphina bilocularis TERQUEM

Spirillina sp.

Cette microfaune a été trouvée au Djebel Nara par Ph.DUFAURE.

. Bathonien - Callovien - Oxfordien inférieur -
(Sud tunisien et zone des Chotts)

Kurnubia jurassica (HENSON) (Pl.IV fig.18, 19, 20)

Cette espèce créée par HENSON (1948) provient du Jurassique supérieur de Palestine (anticlinal de Kurnub) où elle est accompagnée de K.wellingsi. Elle est, également, présente en Iran, Syrie, Liban, Arabie séoudite et Irak.

Elle a été observée dans le Bathonien à Oxfordien inférieur du Sud tunisien.

Kurnubia wellingsi (HENSON) (Pl.100 fig.194)

K.wellingsi est connue dans le Jurassique de Palestine (HENSON, 1948), l'Oxfordien supérieur du Sud Israel (HUDSON, 1958), l'Oxfordien de l'Irak et le Jurassique supérieur de Syrie (SMOUT et SUGDEN, 1962), le Callovo-Oxfordien des Apennins (SARTONI et CRESCENTI, 1962), le Kimméridgien inférieur de la vallée de l'Aveyron (DUFAURE, 1958), et le Kimméridgien-Portlandien de Grèce (BASSOULET et GUERNET, 1970).

DUFAURE signale également cette forme dans le Bathonien à Oxfordien inférieur du Sud tunisien (coupes BUSSON) associée à

Kurnubia palastiniensis HENSON (Pl.IV fig.17, 21, 22)

Cette espèce est décrite dans le Jurassique de Palestine (HENSON, 1948), le Malm supérieur de la Grèce et de l'Asie mineure (RENZ et REICHEL, 1950), le Callovien à Kimméridgien inférieur des Apennins (SARTONI et CRESCENTI, 1962), le Bajocien à Oxfordien supérieur d'Israël (MAYNC, 1966) et le Kimméridgien-Portlandien de la région des lacs de Thèbes - Grèce (BASSOULET et GUERNET, 1970).

Trocholina conica SCHLUMBERGER

T.conica est connue dans le Jurassique moyen allemand et dans le Bathonien français.

En Tunisie, cette forme a été observée dans le Bathonien à Oxfordien inférieur des coupes de terrain du Sud tunisien.

Nautiloculina oolithica MOHLER (Pl.IV fig.15, 16, 25, 26)

Cette espèce a été décrite de l'Oxfordien supérieur de la partie nord du Jura suisse (MOHLER, WILLI, 1938). Elle se trouve associée à Labyrinthina mirabilis, Pseudocyclammina lituus, Conicospirillina basiliensis et Kurnubia jurassica dans le Kimméridgien d'Autriche et d'Espagne (M.NEUMANN, 1967).

En Tunisie, elle accompagne les Foraminifères décrits plus haut dans le Bathonien à Oxfordien inférieur du Sud tunisien.

On trouve également dans ces niveaux :

Labyrinthina sp.
Nubeculariidae
Ammobaculites sp.
Eoguttulina sp.

Meyendorffina bathonica AUROUZE et BIZON (Pl.101 fig.196)

M.bathonica a été observée dans le Bathonien supérieur du Bassin de Paris (AUROUZE, BELLON, BIZON et JOURNEL, 1956), dans le Bathonien supérieur des Ardennes (MAYNC, 1961), le Dogger de la région de Guillestre, Hautes-Alpes (AUROUZE et BIZON, 1958), le Jurassique moyen des Alpes maritimes franco-italiennes (LANTEAUME, 1959) en Italie dans le Bathonien supérieur des Apennins (SARTONI et CRESCENTI, 1962), dans ce même étage au Sud Ouest de Dijon (DELANCE, 1964).

En Tunisie, j'ai observé Meyendorffina sp. dans le Bathonien probable du sondage Bir Soltane (BS.1) du Sud tunisien et Meyendorffina bathonica dans le Bathonien supérieur du forage Tanit 1, dans le golfe de Gabès.

. Oxfordien supérieur (Chaînons jurassiques) -

Globigerina oxfordiana GRIGELIS (Pl.VI fig.1, 2, 4)

BIGNOT et GUYADER (1966) ont fait, en 1966, une bonne mise au point sur les Globigérines du Jurassique.

G.oxfordiana est connue avec certitude dans l'Oxfordien de Lithuanie (GRIGELIS, 1958).

En Normandie, elle a été rencontrée dans les argiles de Villers (Oxfordien inférieur, zone à Q.mariae).

Certaines sections des nombreuses Globigérines que j'ai observées dans les faciès "ammonitico rosso" de l'Oxfordien supérieur des Chaînons jurassiques pourraient appartenir à cette espèce. D'autres plaques minces pourraient contenir des formes à rapprocher de

Globigerina dagestanica MOROZ. (Pl.VI fig.1 et 3)

forme décrite par MOROZOVA et MOSKALENKO (1961) du Jurassique moyen et supérieur du Sud de l'U.R.S.S.

Ces Globigérines sont accompagnées des Foraminifères suivants :

Epistomina sp.
Pseudoglandulina sp.
Frondicularia sp.
Spirillina sp.

. Kimméridgien inférieur (Sud tunisien et zone des Chotts) -

Kurnubia jurassica (HENSON) et Kurnubia palastiniensis HENSON

dont nous avons vu plus haut la répartition, ont été observées dans le Kimméridgien du sondage TiT.1 en bordure du golfe de Gabès. Elle sont accompagnées d'Ammobaculites coprolithiformis (Pl.VII fig.8, 9) et de Nautiloculina oolithica.

Kurnubia wellingsi HENSON (Pl.VII fig.1 à 6)

a, de même, été rencontrée dans le Kimméridgien de ce même sondage, dans le puits Chott Fedjedj n°1 et dans les coupes de terrain du Sud tunisien.

Pseudocyclammina jaccardi SCHRODT (Pl.VII fig.10 et 11)

En 1960, W.MAYNC a étudié la morphologie, la variabilité de cette espèce et indiqué sa répartition verticale.

Le domaine de répartition géographique de P.jaccardi est vaste et se situe dans les mers épicontinentales de l'Europe centrale et de la Mésogée (Téthys). Elle est connue en Suisse, Allemagne, France, Portugal, Grèce, Liban, Israel, Iran, U.R.S.S., Algérie, Maroc, Tunisie, etc... Sa répartition verticale débute dans l'Oxfordien et s'étend jusqu'au sommet du Kimméridgien inférieur (au-dessous des couches à Exogyra virgula).

MAYNC note la présence, en Tunisie, de Pseudocyclammina jaccardi "dans des calcaires à Iberina lusitanica, au-dessous du Wealdien, dans le sondage Chott Fedjedj n°1 à l'Est d'El Hamma".

J'estime, quant à moi, qu'il y a plutôt succession de ces formes dans le sondage CF.1 avec, de bas en haut : Pseudocyclammina jaccardi à la base, puis Anchispirocyclina praelusitanica et A.lusitanica au sommet (voir troisième partie, chapitre II).

M.NEUMANN, dans son manuel de micropaléontologie des Foraminifères (1967), indique également, pour P.jaccardi, une répartition s'étendant de l'Oxfordien au Kimméridgien inférieur.

Everticyclammina virguliana KOECHLIN (Pl.VII fig.15, 16, 20)

M.NEUMANN (1967) donne à cette forme la répartition suivante : Kimméridgien supérieur avec Exogyra virgula et base du Portlandien (zone à Gravesia).

En Tunisie, il semble que E.virguliana débute légèrement plus bas puisque je l'ai observée dans le sondage Chott Fedjedj n°1 en association avec P.jaccardi.

Pour W.MAYNC (1966), E.virguliana apparaitrait au Kimméridgien inférieur.

J.BOUROULLEC et R.DELOFFRE (1969) ont, également, signalé la présence de cette espèce dans le Kimméridgien inférieur du bassin sud-aquitain.

Anchispirocyclina praelusitanica MAYNC (Pl.VII fig.21, 22, 23, 31)

Cette espèce, créée par W.MAYNC en 1964, est décrite de l'Oxfordien supérieur d'Israel et du Liban. Elle y est fréquemment associée à Pseudocyclammina jaccardi. Elle serait remplacée, dans le Kimméridgien, par A.lusitanica.

En Tunisie, j'ai observé la succession A.praelusitanica, P.jaccardi, E.virguliana dans le Kimméridgien du Chott Fedjedj (CF.1).

Trocholina alpina (LEUPOLD) (Pl.VII fig.28)

et Trocholina elongata (LEUPOLD) (Pl.VII fig.13 et 14)

formes connues du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur (Valanginien) ont été mises en évidence dans le Kimméridgien inférieur des coupes de terrain du Sud tunisien par Ph.DUFAURE (coupes de BUSSON).

. Kimméridgien supérieur - Tithonique (Faciès récifaux des Chaînons jurassiques) -

Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI (Pl.VII fig.25)
(Pl.VIII fig.23, 24)

Cette espèce, décrite en 1953 par A.CAROZZI, a été observée dans l'Oxfordien supérieur, le Kimméridgien et le Portlandien du Jura, du Salève, de la Nappe de Morcles entre Arve et Rhône, dans l'autochtone de Haute Savoie et du Valais.

Dans les Chaînons jurassiques de la Tunisie du Nord Est j'ai reconnu cette forme associée, en un véritable commensalisme, à l'Algue Spongiostromata (Pycnostroma) (voir ci-dessus).

Cette association est caractéristique, en Tunisie, des faciès récifaux du Kimméridgien-Tithonique. Dans ces mêmes faciès se rencontrent encore :

Pseudomarssonella sp. (Pl.VII fig.29)

Gaudryina sp. (Pl.VII fig.30)

Gandryinella sp.

Ophthalmidium sp.

Glomospira sp.

Nautiloculina sp.

Trocholina alpina (LEUPOLD)

Neotrocholina valdensis REICHEL (Pl.VII fig.36)

forme connue depuis le Jurassique supérieur jusqu'au Valanginien (S.GUILLAUME).

Conicospirillina basiliensis MOHLER (Pl.VII fig.39)

D'après WEYNSCHENK (1956) la répartition de cette espèce est la suivante : Dogger moyen et supérieur à Malm inférieur.

Pseudocyclammina lituus (YOKOYAMA) (Pl.VII fig.41, 42)

W.MAYNC a présenté, en 1959, un travail de synthèse sur la morphologie, la structure interne, la synonymie de cette espèce.

P.lituus possède une vaste distribution dans le domaine de la Tethys. Elle est connue, actuellement, dans le Jura suisse, la France, la Péninsule ibérique, les Alpes suisses et tyroliennes, la Pologne, la Turquie. Elle a été également trouvée en Irak, Arabie séoudite, Iran, Algérie, Tunisie, ainsi que dans l'hémisphère ouest (Cuba, Trinité).

Sa répartition s'étend du Bathonien au Néocomien et, de ce fait, P.lituus ne peut pas être considérée comme un bon marqueur stratigraphique.

Dans son manuel de micropaléontologie M.NEUMANN (1967) donne également à cette forme la répartition : Bathonien à Néocomien.

J'ai observé, cette espèce, en Tunisie, notamment dans les faciès récifaux du Tithonique d'Hammam Zriba (Tunisie du Nord Est).

. Kimméridgien supérieur (zone des Chotts) -

Anchispirocyclina praelusitanica MAYNC (Pl.VII fig.21, 22, 23, 31)

Anchispirocyclina lusitanica EGGER

Cette espèce s'étend du Kimméridgien inférieur jusqu'aux limites du Jurassique et du Crétacé et aurait même été observée dans le Valanginien inférieur en Algérie (MAYNC, 1959).

Pseudocyclammina sp. (Pl.VII fig.12)

6 - LES RADIOLAIRES -

On les rencontre, en Tunisie, depuis le Toarcien supérieur, mais ils sont particulièrement nombreux dans le Bajocien, le Bathonien, le Callovo-Oxfordien et le Kimméridgien-Tithonique. J'ai pu distinguer les genres suivants :

Coenosphaera sp. (Pl.VI, fig.20)

Dictyomitra sp. (Pl.VI, fig.17 à 19)

Xiphosphaera sp. (Pl.VI, fig.15)

Rhopalastrum sp. (Pl.VI, fig.13, 14)

Stauralastrum sp. (Pl.VI, fig.12)

Carposphaera sp. (Pl.VI, fig.21)

7 - LES GLOBOCHAETE -

Globochaete alpina LOMBARD (Pl.VI, fig.16, 24 à 27)

Sa répartition, en Tunisie, est sensiblement identique à celle des Radiolaires, mentionnée ci-dessus. Toutefois, elle apparaitrait légèrement plus tôt puisque je l'ai observée dans le Domérien des Chaînons jurassiques et au Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs.

/ DEUXIEME PARTIE /

ETUDE STRATIGRAPHIQUE DES DIFFERENTS MASSIFS ET AFFLEUREMENTS

CHAPITRE I

CHAINONS JURASSIQUES (TUNISIE DU NORD EST)

Nous allons étudier, systématiquement, du Nord vers le Sud, les massifs constituant les Chaînons jurassiques ; il s'agit des montagnes suivantes (cf. fig.11) :

A - Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif

B - Djebel Ressas

C - Djebel Sidi Salem et Mecella

D - Massif du Zaghouan

E - Affleurement de l'Oued Guelta

F - Djebel El Kohol - Djebel El Azeiz

G - Djebel Bent Saïdane

H - Djebel Fkirine

I - Djebel Zaress.

A - /DJEBEL BOU KORNINE D'HAMMAM LIF/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Bou Kornine (feuille 50 000ème - La Goulette), constitue la terminaison septentrionale des Massifs jurassiques. Long de 4 kilomètres dans le sens nord-sud et large de 2 kilomètres, il domine, de ses 576 m, la localité d'Hammam Lif au Nord et la plaine du Mornag à l'Ouest.

Anticlinal jurassique complexe de direction méridienne, il est limité, à l'Ouest, par une grande faille nord-sud tandis que son flanc est s'ennoie sous les séries crétacées (cf. fig.12).

Des failles longitudinales et transverses, découpent le massif en de très nombreux panneaux plus ou moins déformés. Ce fait, joint au caractère relativement couvert des affleurements, rend l'interprétation stratigraphique difficile.

2 - HISTORIQUE -

Le massif du Bou Kornine d'Hammam Lif a fait l'objet de nombreuses études dont les premières remontent à 1877.

C'est à cette date, en effet, que A.POMEL (91) soupçonne l'existence du Jurassique au Bou Kornine. En 1887, G.LE MESLE (79) découvre des Bélemnites dans l'éperon NE, ce qui lui permet d'attribuer la série au Jurassique. H.DOUVILLE (50) détermine, en 1889, des Ammonites recueillies par F.AUBERT et reconnaît, de ce fait, la présence de l'Oxfordien et du Tithonique. En 1892, F.AUBERT publie la première carte géologique de la Tunisie, groupe sous le même symbole toutes les formations jurassiques et distingue un "horizon inférieur" dans lequel il place les formations calcaires du Bou Kornine (1). Le première description précise du massif est faite, en 1896, par E.FICHEUR et E.HAUG (55), qui reconnaissent le Lias. Dans sa thèse, publiée en 1903 (85), L.PERVINQUIERE cite les espèces recueillies par F.AUBERT dans l'Oxfordien et le Tithonique et signale le Lias. Dans ses "études de paléontologie tunisienne" de 1907 (88), il révise les fossiles recueillis par F.AUBERT et A.BALTZER et reconnait le Tithonique inférieur.

En 1908, P.TERMIER (106) étudie la tectonique du massif qu'il interprète comme un dôme plissé et complexe, et compare la formation conglomératique à la brêche du Télégraphe du Briançonnais. Ph.THOMAS (107) fait une synthèse des connaissances géologiques de l'époque (1909) et décrit le Jurassique du Bou Kornine dans son "essai d'une description géologique de la Tunisie (Paléozoïque et Mésozoïque)".

Plus près de nous, M.SOLIGNAC (101), dans son "étude géologique de la Tunisie septentrionale" publiée en 1927, donne une description stratigraphique et tectonique du Bou Kornine. Il attribue au Lias la grosse masse calcaire constituant le sommet du Djebel, reconnait le Toarcien, l'Aalénien, et confirme la présence de "l'Argovien" et du Tithonique.

C'est à G.CASTANY (39) que revient le mérite d'avoir établi une échelle stratigraphique précise et une carte géologique détaillée du massif (1952).

En 1963, le service géologique de la Société de Recherches et d'Exploitation des Pétroles en Tunisie (S.E.R.E.P.T.) a effectué des coupes topogéologiques détaillées dans le Bou Kornine (J.M.MASSIN et J.BONNEFOUS) ; les nombreux échantillons prélevés et étudiés par nous ont permis de mettre en évidence des microfaciès caractéristiques et d'apporter de nouvelles précisions stratigraphiques (14 et 15).

En 1965, le Service géologique de Tunisie a recueilli des Ammonites et fait de nouvelles recherches en vue du lever de la feuille au 1/50 000 de la Goulette (M.RAKUS).

Les résultats obtenus par ces deux équipes ont fait l'objet d'une publication commune - J.BONNEFOUS, M.RAKUS (16).

3 - STRATIGRAPHIE -

La stratigraphie, établie à partir de nombreuses petites coupes (voir annexe p.374), montre, de bas en haut, la sucession suivante (cf. fig.13 et 14) :

. Sinémurien - Pliensbachien :

Sinémurien ?

Cet étage affleure, uniquement, dans le massif du Signal 576. Il est représenté par des dolomies, massives ou en gros bancs, qui, localement, contiennent des passages de dolomies argileuses ou de marnes dolomitiques. Dans la partie supérieure du complexe dolomitique, on peut observer des intercalations de calcaires dolomitiques gris accompagnées de minces assises de marnes dolomitiques. Les calcaires dolomitiques sont localement bioclastiques et laminés, les débris sont, en majorité, des éléments de Crinoïdes.

Dans le niveau marneux a été trouvée une faune de Lamellibranches, Gervilleia ou Modiola.

Du fait de la grande complexité tectonique qui affecte le massif et du caractère relativement couvert de la zone d'affleurement, il est difficile de fixer l'épaisseur exacte de cette série ; nous l'estimons de l'ordre de 80 - 100 m (a).

L'âge de cette série est déduit par construction et corrélations avec les séquences équivalentes observées dans d'autres affleurements.

Pliensbachien inférieur (épaisseur 90 m)

Cet étage a été également reconnu dans le massif du Signal 576. La base est caractérisée par des calcaires dolomitiques gris foncé, massifs ; vers le haut, la teinte de ces calcaires passe du gris au noir, les bancs sont réguliers et des lits de silex apparaissent dans la série.

La texture de ces roches, observée au microscope, est tantôt micritique, avec parfois des plages recristallisées, tantôt largement sparitique. On observe, localement, la présence d'une zonation gris-noir/gris-clair et l'existence de passées bioclastiques ou oolithiques (oolithes et/ou gravelles recristallisées).

Certains niveaux sont truffés de quartz néogénétiques. Au-dessus des calcaires gris foncé, se remarque un banc calcaire de 2 m de puissance riche en Crinoïdes, Brachiopodes, Lamellibranches et Ammonites recristallisés.

Au sommet de la séquence (b), les calcaires prennent une teinte plus claire, leur pâte est sublithographique, et ils contiennent des passées de silex. Dans les éboulis provenant de ces calcaires, nous avons trouvé Uptonia sp. qui caractérise le Pliensbachien. La partie supérieure de la série est donc, seule, datée.

Domérien

Dans la partie tout à fait supérieure, les calcaires se chargent d'argile et alternent avec des passées marneuses (cf. Pl.1 fig.1). Nous attribuons cette dernière séquence, dont l'épaisseur est de 30 m environ, au Domérien (c).

Le microfaciès est typique d'un horizon du sous-étage ; j'ai observé une biomicrite argileuse, à assez fréquents débris d'Echinodermes, rares Lingulina gr. tenera BORNEMANN, Lenticulines, Spirillines, Ostracodes, assez fréquents Radiolaires et rares Globochaete.

. Toarcien (épaisseur du Toarcien inférieur : 40 m) -

Cet étage est bien délimité, surtout pour sa partie inférieure qui est franchement marneuse (d), tandis que sa partie supérieure est bien datée paléontologiquement, mais difficile à distinguer de l'Aalénien du point de vue de la lithologie.

Le Toarcien inférieur

qui affleure au col proche du Signal du Bou Kornine, est constitué par des marnes grises et des calcaires argileux gris-bleu à patine jaune (cf. Pl.1 fig.2). Nous y avons trouvé une faune abondante d'Ammonites : Harpoceras cf. falcifer (SOWERBY), Harpoceras cf. exaratum (YOUNG et BIRD), Hildoceras sublevisoni FUCINI, Grammoceras aff. reiseri BÖSE, Lytoceras sp., Phylloceras sp., Peronoceras sp. (déterminations M.RAKUS).

L.PERVINQUIERE et M.SOLIGNAC signalent, dans ce niveau, Hildoceras bifrons BRUG.

En ce qui concerne les microfaciès, j'ai pu reconnaître des micrites très argileuses et argiles micritiques à débris phosphatés, rares débris d'Echinodermes, Globochaete, Ostracodes et très rares Foraminifères : Dentalina gr. vetustissima d'ORBIGNY, Nodosaria gr. tenuissima FRANKE, Lenticulines, Spirillines.

Le Toarcien supérieur

Alors que le Toarcien inférieur est plutôt à dominante marneuse, au Toarcien supérieur la sédimentation calcaire redevient prépondérante. Ce sont des calcaires argileux gris-noir à passées marneuses réduites, dont la succession, assez régulière, évoque une sédimentation rythmique (cf. Pl.2 fig.3).

Nous y avons trouvé : Phylloceras sp., "Harpoceras" cf. lythense (SOWERBY), Dumortieria cf. picklesi (REINECKE), Dumortieria cf. radians (REINECKE), Haugia sp., Grammoceras cf. thouarsense (d'ORB.) - (déterminations M.RAKUS).

. Aalénien - Bajocien -

Lithologiquement, ces étages se distinguent difficilement des séries précédentes. La partie basale de la séquence calcaire présente le même faciès que le Toarcien supérieur mais a livré une faune de l'Aalénien.

Nous avons récolté dans ce niveau : Ludwigia cf. murchisonae (SOWERBY), Leioceras opalinum (REINECKE), Calliphylloceras sp., Strenoceras sp., Holcophylloceras ultramontanum (ZITTEL) - (déterminations M.RAKUS). On note la présence de Cancellophycus.

Ludwigia murchisonae avait déjà été trouvé par M.SOLIGNAC.

Vers le sommet, on passe à un calcaire franc, gris, légèrement violacé, à lits de rognons de silex, au-dessus duquel se remarquent quelques passées de conglomérats ; ces derniers témoignent de déformations contemporaines de la sédimentation, mouvements qui vont s'accentuer au Bathonien, comme nous le verrons par la suite.

A la sédimentation calcaire succède une sédimentation calcaréo-argileuse. Le sommet de la série présente un faciès caractéristique : il s'agit d'un calcaire argileux gris-jaunâtre qui se débite en longues esquilles (cf. Pl.3 fig.5).

Dans les calcaires argileux, nous avons trouvé Cadomites sp. qui indique que la partie supérieure de la séquence (e) appartient au Bajocien supérieur.

La série correspondant au Toarcien supérieur - Aalénien forme la crête nord du Djebel Bou Kornine marquée par les points cotés 282 et 179, précédemment attribuée au Lias moyen par G.CASTANY (voir Bibliographie 39) (cf. Pl.2 fig.3).

L'Aalénien et le Bajocien constituent également les assises exploitées en carrière par l'usine à chaux hydraulique d'Hammam Lif.

L'épaisseur totale de la série (Toarcien supérieur à Bajocien) est de 165 m environ (e).

Il m'a été impossible de distinguer, par microfaciès, le Toarcien supérieur de l'Aalénien et du Bajocien, ces étages étant représentés sous des faciès pélagiques homogènes. Il s'agit de calcaires, parfois argileux, de texture fine (micrite) à inclusions siliceuses, qui renferment d'assez fréquents "filaments" minces, courts, parfois arqués ou plus longs et ondulés, de rares Globochaete, des Radiolaires parfois abondants ; les apports détritiques tels que Algues, Spongiaires, Serpules sont pratiquement absents ; les débris banals tels que Echinodermes, Mollusques sont très rares. Les Foraminifères sont peu nombreux et peu variés : on note seulement quelques très rares Spirillines, Lenticulines et autres Lagenidae ; les Ostracodes sont également très rares.

. Bathonien -

Il est représenté par deux conglomérats séparés par un complexe de calcaires argileux et de marnes.

Le conglomérat inférieur présente des galets constitués exclusivement de calcaires domériens (avec silex domériens parfois repris au sein des galets), dans une pâte calcaire dure (f). (cf. Pl.4 fig.6 et 7).

Le ciment est formé par une micrite renfermant de la glauconie, des "filaments", des débris d'Echinodermes, des Lingulines et des Citharines (cf. Pl.46 fig.86 et 87).

Les galets sont constitués de calcaires bioclastiques (biosparite) et graveleux, parfois à zones siliceuses, qui ont livré des Codiacées, des Dasycladacées, Aulotortus sp. et Turrispira sp.

Ce conglomérat remanie, donc, curieusement, sous forme de galets, des sédiments à microfaune caractéristique du Pliensbachien supérieur (Domérien) ; cet horizon du Domérien n'a pas été trouvé, en place, dans le Bou Kornine d'Hammam Lif. Ce conglomérat est grano-classé : en effet, vers le haut, on observe une diminution progressive de la taille des éléments du conglomérat dont la pâte devient plus marneuse et on passe à des marnes et à des calcaires argileux et siliceux.

La série intermédiaire (g) correspond à une alternance de marnes gris-bleuté et de calcaires gris-jaunâtre faiblement siliceux (cf. Pl.5 fig.8 et 9).

Au-dessus de ce complexe calcaréo-marneux se développe un deuxième conglomérat (conglomérat supérieur) qui se distingue du précédent par la pâte marneuse (h).

Dans la zone nord est, les épisodes détritiques sont réduits à de minces passées au sein d'un complexe marneux. Vers le sommet, la taille des éléments décroît comme pour le conglomérat inférieur.

Dans la partie supérieure du conglomérat le plus récent (ciment) et dans les marnes, nous avons trouvé une faune abondante du Bathonien : Morphoceras multiforme ARKELL, Bigotites sp., Calliphylloceras cf. disputabile (ZITTEL), Lytoceras sp., Polysphinctes sp., et Posidonia alpina (GRAS) (déterminations M.RAKUS).

Microscopiquement, les galets du conglomérat supérieur montrent qu'ils appartiennent à deux sous-étages :

- le Domérien, avec les microfaciès cités plus haut dans le conglomérat inférieur,

- le Pliensbachien inférieur, représenté par des calcaires graveleux à Algues : Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI).

L'épaisseur du conglomérat inférieur est égale à 70 m à l'emplacement de la coupe et celle de la série calcaréo-marneuse intermédiaire oscille entre 70 et 110 m ; l'épaisseur du conglomérat supérieur est très variable, au maximum 30 m.

. Callovien - Oxfordien inférieur (épaisseur 110 à 125 m) -

On peut distinguer, dans cette série, trois termes lithologiques :

- à la base une alternance de calcaires argileux et de marnes à Posidonia alpina (GRAS) et Hibolites astatus BLAINVILLE (i).

- dans la partie moyenne, un complexe marneux (j), qui, au sommet, passe à des calcaires siliceux à passées de marnes (k).

- au sommet, une série de calcaires argileux et siliceux, qui se débitent en parallélépipèdes de façon caractéristique ; cette séquence se termine par un banc de calcaire siliceux (1 m) avec "slumping" naissant (Pl.6 fig.10 et 11).

Cette séquence se développe sous des microfaciès à caractère pélagique plus prononcé qu'au Bajocien : elle est constituée par des calcaires argileux, de texture micritique, renfermant parfois quelques granules de silice non détritique, à assez fréquents "filaments" courts, arqués et grêles, ou longs et sinueux, abondants Radiolaires, rares spicules de Spongiaires, débris d'Echinodermes, très rares Globochaete et petits Lagenidae.

Dans la partie supérieure de la série, j'ai noté la présence d'un calcaire bioclastique (biosparite), siliceux, qui renferme d'abondants articles de Crinoïdes, de fréquents spicules de Spongiaires, et quelques "filaments". Ce microfaciès indique une instabilité du fond qui nous conduit au dépôt des sédiments de la série suivante.

. Oxfordien supérieur et Kimméridgien inférieur (épaisseur 45 m) -

Ces étages sont représentés par des marnes rouges à lentilles de calcaire siliceux auxquelles font suite des brêches calcaires (2,50 m d'épaisseur) remaniant des éléments de marnes rouges sous-jacentes. Il s'agit de brêches intraformationnelles ou de pseudo-brêches (1) (Pl.7 fig.12 et 13, Pl.8 fig.14 et 15).

Vers le sommet, se développent des marnes vertes et des calcaires auxquels succèdent des calcaires noduleux rouges à passées de marnes rouges (m).

Nous y avons trouvé : Phylloceras sp., Holcophylloceras sp., Sowerbyceras cf. tortisulcatum (d'ORB.), Lytoceras cf. polycyclum NEUMAYER, Taramelliceras (Fontannesiella) cf. valentina (FONT.), Taramelliceras sp., Aspidoceras sp., Trimarginites sp. (déterminations M.RAKUS).

On trouvera dans une publication de G.CASTANY (39) la liste des nombreuses Ammonites déjà découvertes dans cet horizon.

Les microfaciès de l'Oxfordien supérieur sont très typiques : micrites argileuses, à intraclasts et baguettes de quartz néogénétiques, renfermant des "Protoglobigérines", ici encore assez rares mais qui vont pulluler dans les coupes plus méridionales, des Radiolaires abondants parfois chloritisés ou glauconieux, de gros spicules de Spongiaires, en partie siliceux, des Globochaete, des Spirillines, des Lenticulines et autres Lagenidae (Pl.47 fig.88).

Vers le haut, les "Protoglobigérines" disparaissent et cèdent la place à d'assez fréquents articles de Saccocoma et à des "filaments" (microfaciès du Kimméridgien inférieur) (Pl.47 fig.89).

. Kimméridgien supérieur - Tithonique (épaisseur 25 m ?) -

Ce sont des calcaires argileux verdâtres ou jaunâtres et des marnes (n). Cette unité, quoique extrêmement condensée, paraît complète.

Le Kimméridgien-Tithonique inférieur est développé sous des faciès pélagiques : Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (abondants), Radiolaires et Globochaete.

Avec le Tithonique supérieur, toujours sous faciès pélagique, apparaissent les Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Crassicolaria sp., "Calpionella undelloides" COLOM, Tintinnopsella carpathica (M. et F.).

L.PERVINQUIERE décrit dans ces niveaux Berriasella privasensis PICTET et plusieurs espèces de Simoceras du Tithonique.

. Crétacé inférieur (épaisseur 130 m) -

Aux calcaires, calcaires argileux et marnes précédents, fait suite une série marneuse attribuée au Crétacé inférieur : Berriasien ? à Hauterivien.

La microfaune dégagée contenue dans ces marnes est la suivante, de bas en haut :

- Lenticulina aff. secans (REUSS), Marssonella oxycona (REUSS), Epistomina gr. caracolla (ROEMER).

- Trocholina cf. burlini (GORBATCHIK), Lenticulina gr. gaultina (BERTHELIN), Epistomina gr. colomi (SIGAL), Orthonotacythere aff. reticulata (NEALE).

- Lenticulina heiermanni (BETTENSTAEDT), Lenticulina munsteri (ROEMER), Lenticulina cf. ouachensis multicella (BARTENSTEIN), Lenticulina roemeri (d'ORB.), Spirillina cf. minima (SCHACKO), Trocholina cf. alpina (LEUPOLD), Trocholina burlini (GORBATCHIK)

- Marginulina linearis (REUSS), Saracenaria pravoslaveri (FURSENKO), Lenticulina nodosa (REUSS), Trocholina molesta (GORBATCHIK), Trocholina gr. alpina (LEUPOLD), Gaudryina richteri (GRABERT).

(déterminations J.SIGAL, S.GUILLAUME).

B - /DJEBEL RESSAS/ -

1 - GENERALITES -

Situé sur l'alignement Bou Kornine - Zaghouan, à 15 kilomètres au Sud du golfe de Tunis, le Djebel Ressas dresse, au-dessus de la plaine de Mornag, sa silhouette déchiquetée. L'altitude maximum est de 795 m au signal du Grand Ressas (feuille 50 000ème - Grombalia). L'affleurement est divisé en deux massifs d'inégale importance, au Nord Est le Petit Ressas dont l'altitude atteint 500 m, au Sud Ouest le Grand Ressas séparé du précédent par un col élevé (477 m). En falaise abrupte vers le Nord Ouest, il descend, en pente relativement modérée, vers le Sud Est et s'ennoie sous le Crétacé et l'Eocène des Djebels Djoufi, El Kloridja et Er Rhorfa.

Le coeur jurassique du massif, allongé SSW-NNE, affecte une forme grossièrement elliptique de 3,5 kilomètres de long sur 1,5 kilomètre de large. Il apparaît au centre d'un anticlinal Crétacé-Tertiaire, jalonnant une importante faille qui est probablement le prolongement, vers le Nord, de l'accident méridien du Zaghouan. Notons la présence, au Nord et au Sud Est, de pointements diapiriques de Trias (cf. fig.15).

2 - HISTORIQUE -

Les premières études géologiques sur le Djebel Ressas remontent à 1876, mais ce n'est qu'en 1884 que la présence de Jurassique est reconnue dans ce massif. A la suite d'un voyage effectué par ZOPPI dans le Nord de la Tunisie, E.CORTESE et M.CANAVARI (48), puis G.MENEGHINI (78) étudient des Hydrozoaires recueillis dans la masse calcaire et reconnaissent plusieurs genres d'Ellipsactinia de l'horizon de Stramberg (Tithonique supérieur).

En 1892 est publiée la carte géologique provisoire de la Tunisie due à F.AUBERT (1) ; tous les terrains jurassiques sont englobés sous la lettre (j) mais dans la notice explicative, l'auteur distingue un "horizon inférieur" (sans désignation d'étage), comprenant, notamment les calcaires massifs du Ressas.

La thèse de L.PERVINQUIERE (85), publiée en 1903, confirme la présence du Lias, de l'Oxfordien et du Tithonique au Djebel Ressas. Le même auteur précise, en 1907, l'existence du Tithonique supérieur en s'appuyant sur la macrofaune (87).

En 1913, M.LYON, F.LABORDE et M.PAGEYRAL, de la Société des Mines du Djebel Ressas (71), présentent un rapport d'activité, accompagné d'une carte géologique à l'échelle 1/50 000. Ils distinguent quatre horizons classés, respectivement, dans le Lias inférieur, le Lias supérieur, le Tithonique inférieur et le Tithonique supérieur.

M.SOLIGNAC reprend, en 1927 (101), les conclusions de F.LABORDE, les enrichissant de ses observations personnelles ; il distingue 2 horizons fossilifères dans le Lias (1 : Toarcien moyen à supérieur, et 2 : Aalénien) et 3 horizons dans le Tithonique (3-4 : Tithonique inférieur, et 5 : Tithonique supérieur).

G.CASTANY (42) mentionne, en 1955, l'existence du Bajocien découvert par M.MORER, géologue de la Société Minière de Pennaroya, reprend les premières conclusions stratigraphiques de M.SOLIGNAC et signale la découverte d'Heterodiceras luci du Tithonique supérieur par le même M.MORER. Les coupes et l'esquisse géologique qu'il donne réduisent le Lias à un rôle mineur, à la différence de M.SOLIGNAC qui affirmait (101) : "la masse des calcaires de cette montagne est surtout liasique, le Tithonique n'y occupant que le fond de quelques étroites gouttières synclinales pincées dans le Lias".

En 1963, une équipe de géologues tchèques, travaillant au Secrétariat d'Etat au Plan et aux Finances, sous la direction de M.AZZOUZ, Chef du Service Géologique, lève la carte géologique au 1/50 000 de Grombalia. Elle reprend en détail la stratigraphie du Djebel Ressas et établit une carte géologique détaillée au 1/20 000. On lui doit, en particulier, la découverte de l'Oxfordien supérieur.

La même année, J.M.MASSIN et J.PONNEFOUS (S.E.R.E.P.T.) effectuent des coupes topogéologiques dans le djebel et des études de laboratoire sur les échantillons recueillis (15).

3 - COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.16) -

. Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

Echantillonné sur 335 m, il comporte, de bas en haut :

Une séquence dolomitique (115 m) elle-même subdivisée en :

- Une épaisse série de dolomies calcaires gris-noirâtre à gris-clair, de texture cristalline, graveleuses ou à "pellets" (moitié inférieure de la série), en bancs plus ou moins bien différenciés, de 0,20 à 1 m de puissance (a) (cf. Pl.9 fig.16),

- Une passée réduite (5 m) de brêche intraformationnelle à éléments de dolomie calcaire cimentés par une dolomie blanc-grisâtre, à patine jaune, sans stratification apparente, formant retrait dans la falaise (b),

- Un épisode de calcaire dolomitique gris-noirâtre, à patine gris-jaunâtre, à cassure irrégulière, en bancs plus ou moins bien différenciés inférieurs ou égaux à 1 m . L'épaisseur est de 10 m (c),

- Une petite passée de calcaire sublithographique, gris-noirâtre à patine gris-bleuté, noduleux, en petits bancs de 20 à 30 cm bien différenciés, séparés par de minces niveaux centimétriques formant retrait. L'épaisseur atteint 5 m (d). Cette série est séparée de la précédente par une faille.

Une série calcaire (215 m) limitée à la base par une faille et constituée par :

- Des dolomies calcaires cristallines gris foncé, en gros bancs d'épaisseur inférieure ou égale à 1 m, mal différenciés (e). Epaisseur 9 m.

- Des calcaires bioclastiques noirs ou gris-clair, en bancs plus ou moins bien différenciés de 0,20 à 1 m de puissance, graveleux, à "pellets", ou oolithiques (f). Les passées dolomitiques y sont rares et localisées.

En ce qui concerne les microfaciès, je ferai les remarques suivantes :

- La série de base (a), est fortement dolomitisée ; elle est constituée par des dolomicrites graveleuses ou à "pellets", recristallisées par place en dolosparite, et renferme quelques rares grains de silice néogénétique ; du fait de la recristallisation, les éléments faunistiques ou floristiques sont extrêmement rares. On note, tout au plus, quelques fantômes de Thaumatoporella, de très rares débris de Mollusques, notamment des Gastéropodes, et quelques Foraminifères : Verneuilinidae ou Valvulinidae.

A l'extrême base de la coupe, j'ai découvert un niveau moins recristallisé qui a donné un microfaciès intéressant (Pl.48 fig.9o et 91) : c'est un calcaire bioclastique (biosparite) à "pellets" par place, à "structure pisolithique vadose" indiquant des conditions de dépôt bien particulières (voir Sixième Partie, Chapitre III).

- L'épisode calcaire (d), qui semble se situer dans une zone faillée, pose un problème stratigraphique difficile. Il correspond, en effet, à une micrite à "pellets" qui renferme Austrocolomia plochingeri OBERHAUSER (Pl.I fig.1 à 3).

Ce Foraminifère a été trouvé très bas dans le Lias du forage Cap Bon n°1 ; il serait caractéristique de l'Hettangien ? Dans ce cas, il faudrait envisager un bloc faillé (d) hettangien encastré dans le Sinémurien-Pliensbachien du Djebel Ressas.

- Les calcaires graveleux, à "pellets" ou oolithiques de la série (f) sont nettement moins recristallisés et beaucoup plus riches en organismes. Les Algues y sont fréquentes ; j'ai pu reconnaître : Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI), d'abord associée à des Cayeuxia, en particulier Cayeuxia africana LE MAITRE.

Un niveau particulier montre une Cayeuxia n.sp. à tubes dispersés, parfois très laches et de répartition anarchique qui se trouve associée, en un véritable commensalisme, à des Thaumatoporella (Echantillon DAS L 843).

Dans la partie supérieure de la série vient s'adjoindre, à ces mêmes algues, Palaeodasycladus mediterraneus (PIA) et des Spongiostromata encroûtantes (Oncolithes) (Pl.49, fig.92 et 93, Pl.50 fig.94).

Les rares Foraminifères que j'ai notés dans cette zone sont des Valvulinidae, des Verneuilinidae, notamment Verneuilinoides aff. mauritii (TERQUEM), des Polymorphinidae et des Lituolidae.

. Pliensbachien supérieur = Domérien -

Epais de 12 m, il est constitué de calcaires noirs, à patine grise ou jaune-rougeâtre, de texture fine, en bancs bien différenciés de 20 à 30 cm de puissance, séparés par de petites passées marno-calcaires feuilletées, de 2 à 5 cm, formant retrait. Des lits de silex à patine rousse se rencontrent dans la moitié inférieure de la séquence (g) (Pl.10 fig.17).

M.RAKUS signale, dans ce niveau, Amaltheus margaritatus DE MONTFORT du Domérien inférieur.

Le microfaciès est comparable à celui que j'ai déjà rencontré dans le Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif : un calcaire bioclastique (biosparite) et graveleux, recristallisé, renfermant quelques

baguettes de quartz néogénétiques, des débris d'Echinodermes parfois abondants, de rares spicules monaxones de Spongiaires, des Globochaete très rares, des Lingulina notamment Lingulina gr. tenera BORNEMANN (r.) et des Ostracodes (tr.).

- La végétation et la topographie (dépression couverte) rendent difficile l'observation du Toarcien, de l'Aalénien (signalé pourtant par M.SOLIGNAC qui a trouvé Tmetoceras regleyi (THIOLLIERE) du Bajocien, du Bathonien et du Callovo-Oxfordien inférieur.

Notons, néanmoins, que le Bajocien daté a été reconnu par MORER : il est représenté par des calcaires à Sphaeroceras brongniarti SOW. et Belemnopsis cf. sulcatus MILLER.

Un échantillon de ce niveau, fourni par M.RAKUS du Service Géologique de Tunisie, n'a livré un microfaciès de micrite argileuse riche en "filaments" longs et ondulés.

Autant que les observations le permettent, la puissance globale de cette série, allant du Toarcien à l'Oxfordien inférieur, peut être évaluée à une soixantaine de mètres.

. Oxfordien supérieur -

Il présente, à la base, les faciès classiques de pseudo-brêche grise, à patine gris-rosé, en bancs irréguliers de 0,20 à 0,30 m, surmontée de calcaires grumeleux gris à patine grise, en bancs mal différenciés de 0,30 m d'épaisseur (Pl.10 fig.18). La partie supérieure correspond à des calcaires gris-noir, en bancs mal différenciés de 0,20 à 1 m de puissance, ce qui confère à la série un aspect massif (h).

L'épaisseur totale de cette séquence est de 30 m. J'ai retrouvé, à la base, le faciès déjà observé au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif (cf. p.56) de calcaire à intraclasts, de texture micritique, à "Protoglobigérines" (af.), Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (r. à ab. de bas en haut), Globochaete (af.), Algues Polygonella sp. (tr.), spicules monaxones de Spongiaires, sections de Gastéropodes (tr.), Nodophthalmidium sp. (tr.), Cornuspira sp. (tr.) et Lenticulines (tr.) (Pl.50 fig.95).

Ces calcaires sont parfois graveleux.

On note des galets de micrite à fréquents "filaments" fins, plus ou moins longs, parfois arqués, Globochaete (ar.), Radiolaires (r.), débris d'Echinodermes (tr.) qui doivent provenir du Callovo-Oxfordien inférieur sous-jacent et paraissent indiquer que

l'Oxfordien supérieur ravine, légèrement, les séries inférieures. Nous retrouverons ce phénomène au Djebel Zaghouan et au Djebel Zaress (cf. p.76 et p.116).

. Kimméridgien - Tithonique (faciès récifal) -

Echantillonné sur 490 m au "Grand Ressas" il comporte de bas en haut :

- Des calcaires bioclastiques noirs, cristallins, à patine grise, en bancs de 0,20 à 0,80 m de puissance, plus ou moins bien différenciés, à nombreux silex de teinte rouille - épaisseur 25 m (i).

- Des calcaires bioclastiques gris, gris-bleuté ou gris-noirâtre, en gros bancs massifs d'épaisseur supérieure ou égale à 1 m (j).

Cette série faillée, épaisse de 465 m, présente un faciès uniforme. Signalons, toutefois, la présence d'un niveau de calcaire dolomitique et une passée de 22 m de calcaires bioclastiques à silex de teinte rouille et de taille variable, oscillant entre 2-3 cm et 20-30 cm.

Ces calcaires sont riches en organismes récifaux : Coelentérés Hydrozoaires et Rudistes.

L'observation au microscope montre que la roche correspond à un calcaire bioclastique parfois graveleux, comportant rarement quelques oolithes.

La pâte, lorsqu'elle n'est pas recristallisée en sparite, est de texture micritique.

Les macrofaunes et les microfaunes rencontrées dans ce faciès de type "construit" seront décrites en détail à propos du Kef el Orma (Zaghouan) (cf. p. 85). Signalons, cependant, la découverte de Lissoceras staszycii ZEUSCHNER et Aspidoceras gourguechoni PERV. par M.SOLIGNAC dans des calcaires minéralisés près de la galerie Sainte-Barbe, et de Simoceras aff. S.zeuxis GEMMELARO par L.PERVINQUIERE, probablement dans le même niveau.

Ces Ammonites sont caractéristiques du Tithonique inférieur.

Dans les calcaires zoogènes du sommet de la coupe, CANAVARI et MENEGHINI ont reconnu Ellipsactinia ellipsoidea STEINM., Ellipsactinia caprensis CAN., Ellipsactinia tyrrhenica CAN., Ellipsactinia africana CAN., tandis que M.MORER y a trouvé Heterodiceras luci DEFR.

Associés à ces Hydrozoaires, L.PERVINQUIERE a décrit : Simoceras venetianum ZITTEL, Magellania aff. Magellania lugubris ZITTEL, ou M.magasiformis ZEUSCHNER, Terebratula aff. T.moravica GLOCK., Prosopon marginatum H.V.MEYER (Crustacé dont nous avons trouvé des débris et des coprolithes dans les plaques minces).

Cette association date le Tithonique supérieur.

En ce qui concerne la microfaune et les microfaciès, je soulignerai, simplement, les différences remarquées par rapport au Zaghouan :

- Alors qu'au Kef el Orma (cf. p.88), j'ai rencontré quelques Calpionelles égarées dans ces faciès bioclastiques, ici, elles n'ont pas été reconnues après de nombreuses recherches, ce qui doit traduire un milieu de sédimentation plus agité, ou un isolement du massif (fermeture aux influences pélagiques).

- Certaines Algues, non décrites ou peu répandues au Kef el Orma, sont présentes ici : Macroporella gigantea CAROZZI, Lithocodium encroûtant des débris de Spongiomorphidae, Teutloporella cf. obsoleta CAROZZI, Orthonella sp. (Pl.51 fig.96).

- Certains Foraminifères particuliers ont été découverts : Trocholina sp., Pseudocyclammina aff. jaccardi (SCHRODT), Pseudocyclammina sp., "Conicospirillina" gr.basiliensis MOHLER, Favreina cf. salevensis PAREJAS et d'assez rares Coprolithus sp.

Le reste de la faune et de la flore est semblable à celles que nous décrirons au Kel el Orma. Comme dans cette dernière coupe, les organismes constructeurs sont essentiellement :

. des Algues concrétionnées : Spongiostromata (Pycnostroma sp.), associées au Foraminifère encroûtant Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI.

. des Coelentérés Hydrozoaires avec Stromatoporidae et Milleporidae (voir plus haut).

. des Rudistes (Heterodiceras).

La présence de Pseudocyclammines et de Coprolithes doit traduire une légère tendance au confinement : le milieu est côtier, vaseux ou estuarien.

Petit Ressas

Notons le caractère fortement zoogène de la partie nord du "Petit Ressas" où j'ai remarqué la particulière abondance de Nérinées, Huîtres, Rudistes et Ellipsactinia (Pl.51 fig.97, Pl.52 fig.98).

C - /DJEBEL SIDI SALEM ET MECELLA/ -

1 - GENERALITES -

De petits pointements jurassiques discontinus, développés sur 1,5 kilomètres de long environ et entourés de puissantes séries marneuses et marno-calcaires du Crétacé sont visibles, dans l'axe Ressas-Zaghouan, entre la crête des Djebel Sidi Salem-Mecella et la dépression de l'Oued Sebahia, dans le quadrant sud ouest de la feuille au 50 000ème de Grombalia. Cet alignement, de direction NE-SW, est situé à 20 kilomètres au S-SE de Tunis.

2 - HISTORIQUE -

Jusqu'en 1964, le Jurassique des Djebel Sidi Salem et Mecella n'a pas fait l'objet d'études directes et particulières. C'est ainsi que M.SOLIGNAC, dans sa thèse (1927) (101), ne réserve qu'un court paragraphe à ces affleurements. Il publie une coupe transversale du Djebel Mecella, attribue au Néocomien les marnes au contact du Jurassique qu'il range dans le Lias en se basant sur des Bélemnites alors rapportées au groupe Pachyteuthis acutus.

G.CASTANY ne cite pas ces affleurements, dans le texte de ses différentes publications, et figure, encore, sous l'appellation Lias (Ji) les affleurements jurassiques sur la carte géologique de la Tunisie au 500 000ème. En 1964, J.BOLZE, J.SIGAL et B.de GRAEVE, lors d'une étude réalisée pour l'Office National des Mines de Tunisie (13), précisent la stratigraphie du Jurassique et du Crétacé de la zone Mecella-Sidi Salem. La découverte d'Heterodiceras et de Nerinées leur fait ranger les calcaires jurassiques dans le faciès "récifal" du Tithonique. Ils observent une dissymétrie du Crétacé de part et d'autre de la ride jurassique : le bassin occidental est marqué, au Crétacé, par une subsidence active et une sédimentation plus marneuse, tandis que le bassin oriental montre une sédimentation plus carbonatée et peu subsidente.

Les géologues du Service Géologique de Tunisie Z.JOHAN et M.KRIVY effectuent la même année des travaux cartographiques et stratigraphiques sur les Djebel Mecella et Sidi Salem dans le cadre du lever géologique de la feuille au 50 000 de Grombalia et publient une notice en 1968 (65).

3 - COUPE STRATIGRAPHIQUE -

. Kimméridgien - Tithonique (faciès "récifal") -

L'affleurement, dont la partie supérieure est affectée par un "hard-ground", ne montre qu'une vingtaine de mètres de calcaires gris, à patine blanchâtre, en gros bancs mal lités de 3 à 5 m de puissance, renfermant des Nerinées et Heterodiceras luci DEFR.

Des échantillons prélevés dans ces niveaux correspondent à des calcaires bioclastiques et graveleux, très recristallisés à Spongiostromata, Lithocodium sp., Codiacées, Hydrozoaires, débris d'Echinodermes notamment radioles, débris de Mollusques, Verneuilinidae ou Valvulinidae, Protopeneroplis sp., Nautiloculina sp. (en gravelles) et très rares Calpionelles (Pl.52 fig.99).

C'est un Tithonique se présentant sous son faciès "récifal" le plus habituel et en tout point comparable à celui connu au Djebel Ressas (cf. p.63) et au Kef el Orma (Zaghouan)(cf.p.85).

. Crétacé inférieur -

Après J.BOLZE et J.SIGAL, nous résumerons ainsi la stratigraphie :

- Sur le flanc occidental, à la hauteur de l'ancienne mine de Mecella, la série est constituée par des marnes schisteuses, sombres, fissiles, à bancs calcaires et rares lentilles de grès quartzites bruns à Epistomina djaffaensis SIG, Epistomina sp., d'âge Hauterivien supérieur probable et dont l'épaisseur est de 130 m.

Une puissante série marneuse coupée de quelques alternances calcaires (330 m), lui fait suite. Elle renferme une microfaune de l'Hauterivien-Barrémien inférieur à l'Aptien supérieur.

- Sur le flanc oriental, les faciès sont différents : une série calcaréo-marneuse puissante de 160 m a livré Epistomina gr. ornata datant, au plus bas, l'Hauterivien.

Il y aurait donc, dans cette région, une lacune de sédimentation du Berriasien et du Valanginien. Nous retrouverons ce phénomène dans toute la zone d'affleurement du Jurassique "récifal".

D - /MASSIF DU ZAGHOUAN/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Zaghouan, situé dans l'alignement NE-SW des chaînons, immédiatement au Sud du village de Zaghouan, constitue un massif important qui mesure 9 kilomètres de long sur 3 kilomètres de large.

Il atteint l'altitude de 1295 m au Rass el Gassa (Grand Pic), et la différence de niveau par rapport à la plaine est de 1150 m.

C'est un jalon stratigraphique de premier ordre : les séries y sont particulièrement bien développées, les variations de faciès sont importantes, et le massif a fait l'objet de nombreuses études.

2 - BREF RAPPEL STRUCTURAL (d'après G.CASTANY) (cf. fig.17) -

"La structure du Djebel Zaghouan est très complexe... Le massif est limité, au Sud Est, par la grande faille de Zaghouan, dont le miroir correspond, en partie, à la falaise. Vers le Nord, l'Ouest et le Sud, les couches jurassiques s'ennoient, avec localement des fractures, sous le Néocomien. Au Sud Ouest, une faille met en contact le Lias avec le Crétacé inférieur. On peut distinguer, dans l'ensemble, des ondulations parallèles à l'axe du plissement, soulignées, fréquemment, par des failles ou flexures méridiennes importantes qui se relaient du Nord au Sud. Ces deux zones de fractures sont :

. la faille de Bourzen (Fb)

. la faille de Bou Gabrine-Oued El Oussif (Fg-Fo).

On peut distinguer trois grandes unités qui sont, d'Est en Ouest :

. L'ensemble Poste Optique, Kef el Orma, Grand Pic.

Cette unité est séparée de la suivante par la faille de Bourzen.

. La zone de Bou Gabrine, Kef Lazerègue, ravin de l'Oued el Oussif limitée par la faille de Bou Gabrine.

. Le Djebel Staa et le Kef el Blidah.

Ces axes secondaires sont, eux-mêmes, fragmentés par des accidents transversaux" G.CASTANY.

3 - HISTORIQUE -

Le Djebel Zaghouan a fait l'objet d'études nombreuses et détaillées.

En 1876, G.STACHE (103) attribue au Dévonien les calcaires du Djebel Zaghouan. P.de TCHIHATCHEFF (105) reprend cette datation en 1880. Tout aussi erronée est l'attribution de ces mêmes calcaires à l'Urgonien par G.ROLLAND (94), en 1885.

Cependant, dès 1884, E.CORTESE et M.CANAVARI (48) déterminent Ellipsactinia ellipsoidea parmi les Hydrozoaires récoltés par ZOPPI au Djebel Zaghouan. Ces fossiles caractéristiques du Tithonique sont également étudiés, en 1884, par G.MENEGHINI (78).

C'est à W.KOBELT (68), en 1885, que l'on doit la découverte, dans des calcaires marneux rouges, de la première Ammonite tithonique qui fut décrite par M.NEUMAYR sous le nom de Perisphinctes kobelti (84).

En 1888 et 1890 (80, 81), G. LE MESLE retrouve les calcaires rouges noduleux de KOBELT, les classe dans l'Oxfordien, donne aux calcaires sous-jacents l'appellation peu précise d'"Infra-Oxfordien" et attribue au Tithonique les calcaires supérieurs.

En 1893, A.BALTZER (5), dans son étude de l'Atlas tunisien, se range à l'avis de LE MESLE, mais attribue, en 1895 (6), une partie des calcaires au Lias, suite à la découverte d'Ammonites déterminées par MAYER-EYMAR (gisements de l'attaque Angéline).

E.HAUG et E.FICHEUR aboutissent à la même conclusion après la découverte, en 1896, de Pygope aspasia (55).

L.PERVINQUIERE, dans son "étude de la Tunisie centrale" de 1903 (85), puis dans ses travaux de paléontologie tunisienne de 1907 (88), passe en revue la faune des différents horizons et confirme la présence du Lias, de l'Oxfordien et du Tithonique.

L.SPATH publie, en 1913 (102), une monographie des Ammonites du Djebel Zaghouan. Il décrit et figure des formes qui s'étendent du Lias au Jurassique supérieur et identifie, pour la première fois, le Callovien.

Nous devons à L.BERTHON (1916) une carte géologique de la région Zaghouan-Zriba et, dans la notice qui l'accompagne, une coupe du Zaghouan (7).

M.SOLIGNAC consacre un important chapitre de sa thèse (1927) au Djebel Zaghouan (101) dans lequel il cite de nombreux fossiles.

En 1951 (38), et 1955 (42), G.CASTANY publie une mise au point complète sur la stratigraphie et la tectonique du Zaghouan. En ce qui concerne la stratigraphie, on lui doit, en particulier, la découverte du Dogger (Bajocien) et la mise en évidence d'importantes variations de faciès dans le Jurassique supérieur.

Des coupes topogéologiques et travaux de laboratoire ont été effectués par la S.E.R.E.P.T. en 1963 (J.M.MASSIN, J.BONNEFOUS - 15) et de nouvelles recherches ont été faites par les équipes du Service Géologique de Tunisie en vue de l'établissement de la carte au 1/50 000 du Djebel Zaghouan (1967).

A.BIELY a décrit, en 1969, un gisement à Ammonites du Bajocien moyen dans un faciès de calcaires noduleux près d'Aïn Zeguir, à l'Est de la falaise orientale du Djebel Zaghouan (8).

La même année, A.BIELY et M.RAKUS ont découvert des fossiles du Callovien supérieur à la base des calcaires noduleux rouges ("ammonitico rosso") considérés comme Oxfordien supérieur dans le Poste Optique et au Nord de la cote 442 (Djebel Staa) (9).

En 1970, M.RAKUS et A.BIELY ont signalé des faunes d'Ammonites du Carixien (Pliensbachien inférieur) et du Domérien au Djebel Staa, à l'attaque Angéline et sur le sentier de Bou Gabrine au Poste Optique (93).

4 - COUPES STRATIGRAPHIQUES -

Etant donné l'extension du massif du Zaghouan, et les variations de faciès qui affectent la série stratigraphique, nous allons décrire une série de coupes types prises dans différentes unités géographiques et géologiques du djebel.

Successivement et dans le sens Sud-Nord, nous allons examiner :

. Djebel Staa

. Coupe de la cote 442

. Coupe de la cote 633

. Synclinal de Sidi Bou Gabrine

. Falaise de Sidi Bou Gabrine

. Kef el Orma

. Kef el Orma (flanc est)

. Base du Grand Pic

. Coupe de la piste de Bou Gabrine au Poste Optique

. Petit Zaghouan.

. Djebel Staa (cf. fig.18) -

Le Djebel Staa forme la terminaison périclinale sud ouest du massif du Zaghouan. On peut y observer, du Nord au Sud, une série à peu près complète allant du Sinémurien au Tithonique.

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

Incomplets à la base, en raison d'un accident mettant, au Col du Vent, le Lias en contact avec le Callovo-Oxfordien du Kef el Blidah, ces étages ont été reconnus sur 625 m ; ils comportent successivement, de bas en haut :

- une série calcaréo-dolomitique, puissante de 160 m, constituée de dolomies calcaires de type dolosparite, de calcaires graveleux ou à "pellets" renfermant des Algues.

La teinte de ces roches va du gris clair au gris-jaunâtre. La stratification est peu visible : les bancs, parfois métriques, peuvent atteindre 3 ou 4 mètres (a).

- des calcaires graveleux ou rarement à "pellets", recristallisés, bioclastiques, de teinte grise ou gris-rosé, en gros bancs massifs de 3 ou 4 m de puissance dont l'épaisseur atteint 250 m (b).

- des calcaires graveleux recristallisés, bioclastiques, dont les bancs ont une puissance égale ou inférieure à 1 m. L'épaisseur de ces calcaires est de 215 m (c).

Nous constatons, ici, et à la différence du Ressas (cf. p. 59), que seule l'extrême base de la série est dolomitisée.

Microfaciès :

Les microfaciès sont, dans l'ensemble, très homogènes, Les calcaires sont graveleux ou renferment des "pellets", de très rares quartz de néogenèse ; ils sont plus ou moins recristallisés en sparite.

Les Algues m'ont permis de distinguer deux zones :

- une zone à Thaumatoporella sp. et Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI) correspondant aux termes a et b (Pl.53 fig.100).

- une zone à Thaumatoporella sp. ou Th.parvovesiculifera (RAINERI), Palaeodasycladus mediterraneus (PIA) et Pycnoporidium liasicum ELLIOTT, correspondant au terme c. (Pl.53, fig.101, Pl.54 fig.102 et 103).

Les Algues Codiacées et Solénoporacées sont rares : sections de Cayeuxia sp., Solenopora cf. liasica LE MAITRE.

On note quelques débris de Mollusques, notamment de Gastéropodes. Les Ostracodes sont très rares.

Les Foraminifères, peu nombreux, sont représentés par des Valvulinidae : Verneuilinoides cf. mauritii TERQUEM, des Verneuilinidae : Gaudryina sp., et des Trochamminidae : Turrispiroides sp.

- Pliensbachien supérieur : Domérien -

Je rattache au Domérien une série uniforme de calcaires micritiques gris clair, en bancs de 0,30 m de puissance, séparés par de minces niveaux de marnes schisteuses. Les silex sont relativement fréquents. L'épaisseur est de 30 m (d) (Pl.11, fig.19).

Les termes supérieurs de la séquence se terminent, localement, par un "hard-ground" rubéfié où abondent les Bélemnites, notamment Proteuthis aff. acutus MILLER.

En fait, l'examen des microfaciès montre que le Domérien est sporadique et incomplet à l'emplacement de la coupe. Les calcaires bioclastiques à fréquents débris d'Echinodermes, Lingulina et Lenticulines, que j'ai cités au Bou Kornine d'Hammam Lif manquent ici.

Seul subsiste le niveau de micrite faiblement graveleuse, recristallisée par place, avec quartz de néogenèse, qui renferme Turrispira sp. déjà rencontré dans les galets du conglomérat du Bou Kornine d'Hammam Lif (cf. p. 54).

J'ai cependant retrouvé, latéralement, un niveau de biomicrite glauconieuse à débris d'Echinodermes et Lenticulina gr. prima (d'ORBIGNY).

- Toarcien inférieur -

Son absence probable est à mettre en relation avec le "hard-ground" domérien.

- Toarcien moyen - supérieur et Aalénien -

Recouvert par la végétation, le Toarcien affleure mal. De puissance réduite (3 m), il n'est connu avec précision que dans les exploitations de fluorine du Djebel Staa (Office National des Mines) (*) (Pl.11 fig.20).

Il est constitué par des calcaires argileux jaunâtres, en bancs de 10 à 20 cm, et par des marnes vert-olive (Pl.12 fig.21). G.CASTANY signale, dans cet horizon, Phylloceras nilssoni HEBERT, Hildoceras sublevisoni FUC. et Denkmannia sp.

L'Aalénien comporte, de bas en haut :

- des calcaires noduleux gris-noir, en bancs de 5 à 20 cm, séparés par des lits de marnes feuilletées, dont l'épaisseur est de 2,50 m.

Ce niveau a livré Leioceras opalinum REIN.

- des marnes jaune olive à petits lits de marno-calcaires jaunes, de 4 m d'épaisseur.

- des calcaires noduleux gris et des calcaires micritiques gris foncé, en bancs de 20 à 25 cm, épais de 9 m.

Ces calcaires renferment Leioceras opalinum REIN. et Hammatoceras sp.

(*) C'est à cet endroit que M.RAKUS a trouvé une succession d'Ammonites du Carixien inférieur (zone à Uptonia jamesoni), du Carixien supérieur (zone à Tropidoceras masseanum) et du Domérien moyen (Arieticeras cf. algovianum), sous le Toarcien.

- des calcaires argileux, gris-bleuté à gris-jaunâtre, en bancs de 20 à 30 cm, alternant avec des marnes gris-bleuté en passées d'épaisseur équivalente. L'épaisseur atteint 35 m.

Signalons que, seules, ces deux dernières formations affleurent à l'emplacement de la coupe (e), les autres ayant été trouvées, latéralement, à quelques centaines de mètres.

Microfaciès de l'Aalénien :

J'ai observé un calcaire micritique argileux, à rares quartz de néogenèse, à fréquents "filaments" plus ou moins longs, minces, parfois ondulés, rares débris d'Echinodermes et de Lamellibranches, Globochaete et Radiolaires, enfin, quelques Lenticulines (Pl.55 fig.104 et 105). Comme on le voit il s'agit, ici, d'un faciès à caractère pélagique.

- Bajocien -

Il n'a pu être reconnu au Djebel Staa où son absence pourrait être due à une lacune ou à une soustraction par faille.

- Bathonien à Callovien -

Le faciès précédent se poursuit sur quelques mètres et vient buter, par faille, contre les formations rouges de l'Oxfordien supérieur.

Le microfaciès est typique : des calcaires micritiques, légèrement argileux, sont bourrés de "filaments" parfois épais, longs et ondulés (Pl.56 fig.106) ; ces "filaments" sont localement zonés ou "doubles", à bordure irrégulière (Pl.57 fig.108). J'ai trouvé, associés à ces "filaments", des Radiolaires (r.), des Globochaete (tr.), des Lenticulines (tr.). Ici, également, le faciès est donc de type pélagique.

. Coupe de la cote 442 (cf.fig.19) -

La cote 442, située à la terminaison périclinale du Djebel Staa, offre une coupe poursuivant vers le haut la précédente. Elle présente une belle série du Malm en contact par faille avec le Bathonien-Callovien.

- Oxfordien supérieur -

Il comporte successivement, de bas en haut :

- une brêche intraformationnelle rouge lie de vin, en bancs mal différenciés de 20 à 30 cm de puissance, à petites passées de marnes schisteuses rouges,

- des lentilles de calcaires argileux gris-verdâtre (Callovien remanié) dans le faciès précédent (f) (*).

- un calcaire argileux noirâtre, en bancs bien différenciés de 20 à 25 cm de puissance (g pro parte).

L'épaisseur cumulée de ces trois termes est d'une trentaine de mètres.

Les Ammonites sont abondantes dans le terme "brêche intraformationnelle" ; elles présentent, ici, comme au Djebel Zaress, des signes très nets de remaniements "in situ" : usure de l'ornementation, tests décortiqués...

CASTANY cite dans ce niveau :

des Ammonites : Phylloceras (Holcophylloceras) mediterraneum NEUMAYR
Phylloceras cf. plicatum NEUMAYR
Phylloceras zignodianum d'ORB.
Sowerbyceras tortisulcatum d'ORB.
Taramelliceras pseudoflexuosum FAURE
Haploceras cf. staszycii ZEUSCHNER
Perisphinctes birmendorfensis MOESCH

des Belemnites : Hibolites hastatus BLAINV.

des Echinodermes : Collyrites frigurgensis OOSTER

Il s'agit du niveau 7 de CASTANY, c'est-à-dire la zone à Peltoceras transversarium de l'"Argovien" (partie inférieure de l'Oxfordien supérieur).

Au-dessus, CASTANY signale Ochetoceras marantianum d'ORB. caractéristique de la zone à Peltoceras bicristatum du "Sequanien" (partie supérieure de l'Oxfordien supérieur). Suivant les recommandations du Colloque de Luxembourg, nous avons abandonné ces deux termes au profit de celui d'Oxfordien supérieur.

(*) A.BIELY et M.RAKUS (1969) ont signalé une faune d'Ammonites du Callovien supérieur qui, si elle provenait de ces niveaux, pourrait être remaniée (9).

En ce qui concerne les microfaciès, l'Oxfordien supérieur présente son habituel faciès de micrite argileuse, à "intraclasts", à "Protoglobigérines" qui sont, ici, abondantes à la base du sous-étage. Les sections d'Ammonites sont fréquentes de même que les Aptychus ; les débris d'Echinodermes (r.) ainsi que les Gastéropodes, les Globochaete (r.), les Radiolaires (r.), les Ostracodes (tr.) voisinent avec quelques Lenticulines et des Spirillinidae à épaississement médian (Pl.56, fig.107, Pl.57 fig.109).

J'ai retrouvé, au sein de cette formation, des galets remaniés de calcaires bourrés de longs "filaments" zonés et ondulés à rares Lenticulines et Globochaete provenant d'un Callovo-Oxfordien inférieur (érodé dans la coupe ?).

Une microfaune a pu être dégagée des niveaux marneux : les lavages ont livré, en effet, Spirillina sp., Lenticulines lisses, Dentalina sp., Textularia sp., Ostracodes : Bairdia sp., radioles d'Oursins et débris divers.

- Kimméridgien - Tithonique (faciès mixte) g-h -

A l'Oxfordien supérieur fait suite, en continuité parfaite de sédimentation et de faciès, une série constituée de calcaire argileux gris-noirâtre, en bancs bien différenciés de 20 à 25 cm de puissance, alternant avec des marnes gris-verdâtre, indurées dans lesquelles CASTANY signale la faune suivante :

des Ammonites : Phylloceras gorgoneum FONT.
Phylloceras semisulcatum d'ORB.
Phylloceras (Calliphylloceras) benacense CAT.
Sowerbyceras loryi MUN.CH.
Lytoceras polycyclum NEUMAYR
Perisphinctes (Virgatosphinctes) endichotomus ZITTEL
Perisphinctes senex OPP.
Perisphinctes richteri OPP.
Perisphinctes aff. gevreyi TOUCAS
Perisphinctes pouzinensis TOUCAS
Perisphinctes kobelti NEUMAYR
Aptychus beyrichi OPP.

des Brachiopodes : Pygope janitor PICTET,
Terebratula pentagonalis QUENST.

L'épaisseur de cet ensemble est de 27 m.

- A cet épisode font suite des calcaires peu argileux gris clair, indurés, en bancs mal différenciés de 10 à 20 cm de puissance, à interbancs marneux très réduits dont l'épaisseur atteint 13 m. Ces calcaires forment un petit ressaut dans la topographie.

- Ensuite viennent des calcaires gris-noir, noduleux, en bancs plus ou moins bien différenciés de 0,10 à 1 m de puissance, séparés par de minces interbancs marno-calcaires formant retrait (Pl.12 fig.22). L'épaisseur de cet ensemble est de 35 m.

- Puis des calcaires micritiques noirs, en bancs bien différenciés de 0,40 m de puissance, à interbancs marno-calcaires réduits, épais de 11 m.

- Enfin des calcaires micritiques gris-bleuté, en bancs de 0,40 à 0,50 m bien différenciés, de 23 m d'épaisseur. Cette dernière formation est recouverte par les marnes et marno-calcaires du Néocomien.

L'analyse des microfaciès permet de mettre en évidence les faits suivants :

Des calcaires bioclastiques (biosparite), parfois graveleux, à débris d'Echinodermes, Spongiaires, Serpules, Coelentérés Hydrozoaires (dont Ellipsactinia sp.), Nérinées, Pinna, Rudistes (?), Crustacés, Algues communes et Arénacés s'intercalent dans des faciès à affinités pélagiques.

Parmi les Algues, j'ai noté :

- des Spongiostromata centrées sur Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI,

- des Lithoporella melobesioides (FOSLIE),

- des Dasycladacées voisines de Macroporella pygmaea CAROZZI.

Ce cortège indique des conditions très franchement marines ; il exclut les influences continentales (milieux côtiers, vaseux ou estuariens) que traduisent, d'ordinaire, les faciès avec Pseudocyclammina, Clypeina jurassica FAVRE, Acicularia, Pianella et Favreina.

Les sédiments pélagiques qui alternent avec ces calcaires bioclastiques renferment des Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (notamment formes en diapason et forme "Eothrix"), des Globochaete, Radiolaires, Aptychus et "filaments" quelques Spirillines.

Les Tintinnoïdiens font leur apparition dans les 30 m supérieurs de la série, d'abord, Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA, Calpionella alpina LORENZ et Calpionella elliptica CADISCH, ensuite, Tintinnopsella carpathica (M. et F.) associées aux précédents.

Le Kimméridgien-Tithonique de la cote 442 correspond, par conséquent, à un faciès pélagique à intercalations périrécifales.

. Coupe de la cote 633 (cf. fig.20) -

Le petit piton de la cote 633 est situé au Nord du Kef el Blidah, lui même séparé du Djebel Staa par le Col du Vent.

J'ai relevé une coupe de direction S-N débutant au sommet de la falaise du Lias moyen qui domine la gorge de l'Oued Guelb et se terminant dans la partie supérieure du Jurassique.

- Pliensbachien inférieur -

Ce sous-étage présente son faciès habituel de calcaires graveleux ou à "pellets", en bancs massifs, riches en Algues.

- Domérien -

Il est sporadique, à l'emplacement de la coupe, du fait de l'existence d'une faille à faible rejet qui met le Pliensbachien inférieur au contact du Toarcien-Aalénien. Latéralement, j'ai pu trouver des bancs de calcaires micritiques gris, à silex, qui m'ont fourni des Ammonites et des Bélemnites (banc zoogène renfermant de la malachite). Un "hard-ground" devait couronner le sous-étage. L'épaisseur est de 6 m (?) (a).

- Toarcien-Aalénien -

Ces étages correspondent à des marnes à intercalations de calcaires gris-bleu, en bancs de 20 à 30 cm, à allure pseudobréchique. J'ai noté la présence de silex dans la partie supérieure de la série. L'épaisseur atteint 26 m (b).

Microfaciès :

J'ai observé une biomicrite argileuse à "filaments" rigides, Radiolaires, Globochaete et rares débris d'Echinodermes.

La macrofaune comporte :

Hildoceras sublevisoni FUC. à la base,
Leioceras opalinum REIN. au sommet.

- Bathonien à Callovo-Oxfordien inférieur -

- Dans la partie inférieure, des calcaires à pâte verdâtre et à patine jaunâtre, en bancs de 10 à 15 cm, alternent avec des marnes.

Le microfaciès est caractéristique du Bathonien supérieur: il correspond à une biomicrite argileuse à "filaments" divers, minces, allongés, arqués, ou plus épais, fréquents Radiolaires : Coenosphaera, petits granules de silice néogénétique.

Il semblerait donc y avoir lacune du Bajocien sans qu'on puisse observer, sur le terrain, une quelconque discontinuité dans la série marno-calcaire.

- Dans la partie supérieure, j'ai rencontré des calcaires en dalles, à pâte verdâtre et patine jaune, en bancs de 30 cm.

Le microfaciès, typique du Callovo-Oxfordien inférieur, est le suivant : une biomicrite argileuse renferme des "filaments" divers, minces, allongés, arqués, ou plus épais, zonés, et de rares Radiolaires.

J'ai prélevé, à ce niveau, Hibolites astatus BLAINV.

L'épaisseur totale de l'ensemble est de 15 m environ (c).

- Oxfordien supérieur -

Il est constitué de marnes rouges et de calcaires noduleux à pseudobréchiques rouges ou lie-de-vin dont l'épaisseur atteint 13 m (d).

Les Ammonites roulées sont fréquentes et j'ai observé, à la surface d'un banc noduleux, un Oursin régulier non remanié.

J'ai noté le microfaciès suivant : intrabiomicrite à Radiolaires, Coenosphaera, "Protoglobigérines", Globochaete et cloisons d'Ammonites.

Il convient de remarquer que les "Protoglobigérines" sont ici rares, à la différence des coupes voisines.

- Kimméridgien - Tithonique (faciès mixte) -

Cette série, essentiellement calcaire, forme trois ressauts dans la topographie.

Première barre :

Au-dessus d'une série couverte marno-calcaire de 8 m d'épaisseur, où G.CASTANY signale Phylloceras mediterraneum NEUMAYR, j'ai trouvé une première barre constituée de calcaires gris-bleu, en bancs rognonneux de 20 cm de puissance à la base, et pouvant atteindre 50 cm à 1 m au sommet. L'épaisseur est de 10 m.

La macrofaune comporte :

Haploceras carachteis ZEUSCHNER
Aptychus punctatus VOLTZ
Pygope janitor PICTET

Cette association date le Tithonique inférieur.

Microfaciès :

Il s'agit d'une biomicrite à débris de Saccocoma, formes "Eothrix", Radiolaires (Coenosphaera), Globochaete et Aptychus.

Deuxième barre :

Au-dessus d'une passée marno-calcaire formant retrait, se développe une seconde barre constituée de calcaires gris-bleu, rognonneux, en bancs de 10 à 30 cm, alternant avec de minces bancs marneux. Cette barre a 8 m d'épaisseur. Au sommet les calcaires, en bancs un peu plus épais (30-50 cm) et sans retrait marneux, forment cuesta.

Dans la partie inférieure, les Globochaete sont abondantes et associées à des cloisons d'Ammonites ; dans la partie supérieure de la barre, le microfaciès correspond à une biomicrite bourrée d'Aptychus, de Globochaete et de spicules monaxones de Spongiaires.

Au-dessus de cette petite falaise se développent des calcaires gris-bleu, en bancs de 15 à 30 cm, parfois rognonneux, alternant avec des marnes couvertes.

Le sédiment, qui renferme de nombreux "pellets", est plus bioclastique que les termes précédents et m'a livré des débris d'Echinides et des spicules monaxones de Spongiaires.

Troisième barre :

Elle est limitée, à la base, par une faille et forme le piton 633. Son épaisseur est de 25 m environ. A la partie inférieure, j'ai observé des calcaires micritiques gris-noir, parfois rognonneux, en bancs de 10 à 30 cm ; au sommet, des calcaires cristallins gris-noir, en bancs massifs de 1 m de puissance.

Cette évolution se retrouve dans les microfaciès ; de bas en haut, j'ai successivement noté :

- une biomicrite à Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (ab.), Radiolaires, fibrosphères et Globochaete, spicules de Spongiaires et sections d'Aptychus.

- le même microfaciès mais tantôt à débris d'Echinides tantôt à rares Tintinnoïdiens.

- une biomicrite à Tintinnoïdiens : Crassicolaria parvula REMANE, Calpionella alpina LORENZ, Saccocoma, spicules monaxones, Radiolaires et Globochaete.

A la partie tout à fait supérieure, une biosparite graveleuse, très bioclastique, à petits débris d'Algues notamment Cayeuxia sp., pelotes d'Algues concrétionnées (Spongiostromata) fixées sur le Foraminifère Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI et Echinides.

De très rares Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ se rencontrent dans ce faciès.

Comme au Djebel Staa, le Tithonique est, donc ici, de faciès mixte:à des calcaires micritiques à organismes pélagiques succèdent des calcaires sparitiques, graveleux, à flore et faune très littorales.

Remarquons, pour terminer, que, dans chacune des barres que je viens de décrire, la sédimentation marque une certaine rythmicité séquentielle, tant au point de vue de l'épaisseur des bancs que de celle des interbancs marneux.

. Synclinal de Sidi Bou Gabrine (cf. fig.21)

Situé au Nord Est du piton de la cote 633, dont il n'est séparé que par le ravin de l'Oued Guelb, le synclinal pincé de Sidi Bou Gabrine nous offre une coupe permettant de bien suivre le passage de l'Oxfordien supérieur au Kirméridgien-Tithonique de faciès mixte.

- Oxfordien supérieur -

Il est formé, à la base, par des brêches intraformationnelles rouges, non échantillonnées (a) puis par des calcaires gris-bleuté à noirâtre, à pâte fine, noduleux, en bancs de 4 à 30 cm séparés par de minces intercalations marno-calcaires (b). L'épaisseur de cet ensemble est de 27 m. Il passe, en continuité de sédimentation, au Kimméridgien-Tithonique sus-jacent.

- Kimméridgien - Tithonique -

J'ai retrouvé, en ce point, des calcaires à pâte fine, gris-noirâtre, en bancs de 0,10 à 0,60 m de puissance. Au sommet, le faciès évolue : les calcaires gris-jaunâtre prennent une patine jaune-ocre et se présentent en dalles de 10 à 30 cm de puissance, séparées par de minces interbancs marno-calcaires. L'épaisseur atteint 34 m (c).

Microfaciès :

La base de la coupe, qui doit appartenir à un Oxfordien supérieur déjà assez élevé, présente les faciès à "Protoglobigérines" déjà décrits.

En plus des Foraminifères habituellement rencontrés dans ces niveaux j'ai noté la présence de quelques Ophthalmidiidae: Nodophthalmidium sp. et Spirophthalmidium sp.

Les "Protoglobigérines" disparaissent progressivement vers le haut et cèdent la place à des "filaments" à bordure dentelée, de longueur variable mais d'allure toujours rigide, à des Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (en particulier "Lombardia gr. arachnoïdea" et "Eothrix").

Alternant avec ces sédiments à caractère pélagique, j'ai trouvé quelques niveaux de calcaire bioclastique (biosparite) parfois graveleux, à Spongiostromata centrées sur Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI, Lithoporella sp. et Cayeuxia sp.

Les Tintinnoïdiens apparaissent dans les sept mètres supérieurs de la série : Calpionella alpina LORENZ (ab.) associée à de rares Calpionella elliptica CADISCH, à Stenosemellopsis hispanica (COLOM), à Crassicolaria intermedia DURAND DELGA et à des fibrosphères.

M. SOLIGNAC signale, au sommet de la coupe, Berriasella privasensis PICTET du Tithonique supérieur.

Le Kimméridgien-Tithonique du synclinal de Sid Bou Gabrine présente, donc, un faciès pélagique à intercalations "péri-récifales".

. Falaise de Sidi Bou Gabrine (cf. fig.21) -

- Kimméridgien - Tithonique -

La coupe, entièrement effectuée dans le Kimméridgien-Tithonique, totalise 80 m, environ. Elle présente des faciès assez différents de ceux que nous venons de décrire précédemment.

La partie inférieure est constituée, sur 30 m, de calcaires cristallins gris-noir, plus ou moins noduleux, en bancs plus ou moins bien différenciés de 0,80 m de puissance.

Au-dessus, nous trouvons des calcaires cristallins, massifs, gris-bleuté, à nombreux silex dont l'épaisseur atteint 48 m, et des calcaires sublithographiques gris, à patine jaune, en bancs de 20 à 30 cm, sur 2 m d'épaisseur.

Macroscopiquement, les affinités avec le Kef el Orma sont relativement nettes.

Microfaciès :

La série est constituée, de façon assez uniforme, de calcaires bioclastiques (biosparites et plus rarement biomicrites) parfois graveleux. La roche, souvent recristallisée par place, rarement silicifiée, présente, parfois, des quartz de néogenèse (à l'exclusion de tout quartz détritique).

Les organismes que j'ai rencontrés dans ces calcaires sont des spicules réniformes de Spongiaires, des Hydrozoaires (r.), des sclérites d'Holothuries, des débris d'Echinodermes, des Saccocoma (r.), des Aptychus (tr.), des Gastéropodes à tubercules spiraux : probablement Nérinées ?, des débris de Crustacés (tr.) et des Favreina (tr.) (Pl.58 fig.110).

Les Algues sont représentées par des Spongiostromata (centrées sur Nodophthalmidium jurassicum), des Codiacées : notamment Cayeuxia sp., des Dasycladacées : notamment cf. Petrascula, Clypeina jurassica FAVRE, Globochaete alpina LOMBARD (Pl.59 fig.112 et fig.113).

J'ai noté, par ordre d'apparition dans la coupe, les Foraminifères suivants : Protopeneroplis sp., Textulariidae, Verneuilinidae ou Valvulinidae, Lituolidae, Pseudoglandulina sp. Lenticulina sp. sp., Nautiloculina sp., Pseudocyclammina sp., Trocholina sp., Trocholina alpina LEUPOLD.

Les Tintinnoïdiens apparaissent, sporadiquement, dans la moitié supérieure de la coupe. J'ai pu y reconnaître : Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA, Calpionella alpina LORENZ, Tintinnopsella carpathica (M. et F.) (Pl.58 fig.111).

Il s'agit encore, ici, du Kimméridgien-Tithonique à faciès intermédiaire, présentant certains points communs avec le Kef el Orma (faciès "récifal") et d'autres caractéristiques, proches des épisodes pélagiques du Djebel Staa, en particulier une relative abondance des Tintinnoïdiens et des Crinoïdes pélagiques.

. Kef el Orma (cf. fig.22) -

La série, formant falaise, a été échantillonnée sur 405 m.

- Oxfordien supérieur à Kimméridgien pro parte (a) -

L'Oxfordien supérieur présente un faciès quelque peu différent de celui que nous lui connaissons au Djebel Staa. Il est constitué de 10 m de calcaires sublithographiques gris-clair à gris-rosé, noduleux, en bancs mal différenciés d'une épaisseur égale ou supérieure au mètre, en continuité de sédimentation avec le Kimméridgien sus-jacent.

Ce dernier débute par des calcaires sublithographiques noirs, en bancs de 10 à 50 cm, séparés par de minces interbancs marneux formant retrait.

Les bancs deviennent métriques dans la partie supérieure de la séquence. L'épaisseur de ces deux termes est de 25 m.

- Kimméridgien pro parte - Tithonique -

Cet ensemble, dont l'épaisseur atteint 380 m, constitue, dans la topographie, une falaise massive.

Nous avons pu distinguer, de bas en haut :

- des calcaires bioclastiques, gris-jaunâtre, en bancs massifs de plusieurs mètres de puissance, riches en silex dont l'épaisseur atteint 90 m (b).

- des calcaires bioclastiques gris-noir, sans silex, formant un replat dans la falaise. L'épaisseur est de 30 m (c).

- des calcaires bioclastiques à silex, identiques aux calcaires (b) et épais de 45 m (d).

- des calcaires bioclastiques gris-clair, à patine grise, en gros bancs mal différenciés de 2 à 4 m de puissance dont l'épaisseur est de 165 m (e).

- dans la partie supérieure, l'épaisseur des bancs décroît pour osciller entre 0,30 m et 1,50 m. Cette série atteint 50 m (f).

Les Hydrozoaires : Ellipsactinia, les Rudistes : Heterodiceras, les Nérinées sont fréquents dans les calcaires massifs.

Microfaciès (collaboration de Ph.DUFAURE) :

L'Oxfordien supérieur présente les faciès bien connus à "Protoglobigérines" (f.), Gastéropodes, sections d'Ammonites, Aptychus, Globochaete, Radiolaires, Spirillina à épaississement médian, Lenticulines et Ostracodes.

Le Kimméridgien-Tithonique : la coupe du Kef el Orma constitue la série type du Kimméridgien-Tithonique à faciès "récifal".

Elle est formée de calcaires bioclastiques : ce sont des biosparites plus grossièrement détritiques que les formations équivalentes de la falaise de Bou Gabrine, parfois graveleuses ou comportant quelques oolithes.

On note, dans la séquence, un niveau de calcaire abondamment oolithique (e).

Les calcaires renferment quelques inclusions de silice non détritique ou des quartz de néogenèse.

Les gravelles apparaissent, généralement, comme des éléments sombres, de texture micritique, sur un fond clair de calcite sparitique recristallisée.

La grande majorité des débris ou des organismes entiers responsables de la texture graveleuse est représentée par l'association suivante :

- des Algues concrétionnées : Spongiostromata paraissant vivre en commensalisme étroit avec le Foraminifère Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI, et des Codiacées encroûtantes.
- des Coelentérés Hydrozoaires avec Stromatoporidae, Milleporidae,
- des Alcyonnaires (?) avec gros spicules tubulaires, trapus,
- des Echinides : plaques et, localement, beaux radioles de Cidaridés.

Macrofaune : Nous noterons :

- la présence commune de débris de Crustacés,
- la présence épisodique de rares débris de Brachiopodes (probablement Pygope) et de Serpules à test calcaire sécrété,
- la présence exceptionnelle de petits Gastéropodes et de Bryozoaires (tubes isolés),
- la présence probable de débris de Rudistes.

Foraminifères : Si l'on excepte Nodophthalmidium jurassicum, forme particulièrement abondante dans ces faciès "récifaux" et, à un degré moindre, les Arénacés agglutinants et primitifs, assez communs mais souvent estompés, les Foraminifères ne constituent guère, en moyenne, qu'un pourcentage faible des organismes (1 à 3 %).

Les Lagenidae sont représentés par des sections de Lenticulines : Lenticulina aff. munsteri (ROEMER), Lenticulina aff. guttata TEN DAM, Lenticulina gr. crepidularia.

Les Involutinidae ne comptent que Neotrocholina gr. valdensis REICHEL, Neotrocholina sp., et Conicospirillina gr. basiliensis MOHLER.

Le genre Trocholina existe, au moins sous l'espèce Trocholina alpina LEUPOLD. L'espèce Trocholina elongata LEUPOLD est très douteuse.

Les Ophthalmidiidae sont, dans l'ensemble, rares. On compte deux espèces d'Ophthalmidium dont une belle forme A.

On trouve, également, des Glomospira sp.

A signaler, encore, la présence de Protopeneroplis striata WEYNSCHENK et de Nautiloculina sp. (très belle forme bien caractérisée par deux sections, sub-équatoriale et axiale).

Parmi les rares Lituolidae rencontrés, j'ai noté Haplophragmium cf. suprajurassicum SCHWAGER, Pseudocyclammina sp. comportant une partie déroulée de 3-4 loges et Ammobaculites sp.

En ce qui concerne les Valvulinidae - Verneuilinidae, je signalerai la présence de Marssonella sp., Bigenerina sp. (avec un aspect grossièrement arénacé), Gaudryinella sp. et de grands Verneuilinidae.

Les Textulariidae sont extrêmement rares.

Ostracodes, Coprolithes : les valves isolées d'Ostracodes, appartenant à des formes lisses, sont très rares.

Un seul exemplaire de Favreina gr. salevensis PAREJAS a été trouvé dans ces faciès où j'ai signalé la présence commune de débris de Crustacés.

Algues : J'ai indiqué la contribution fondamentale des Algues concrétionnées dans le Jurassique supérieur "récifal". Il s'agit de nodules très proches des Stromatolithes, avec une structure apparente, homogène, concentrique, laissant parfois voir des microtubes isolés... mais ordonnée dans tous les cas autour du Foraminifère Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI. Ces Spongiostromata (Algues bleues) semblent appartenir au "genre" Pycnostroma.

Mais l'activité des autres groupes d'Algues n'est pas négligeable. On note, ainsi, le développement réel des Corallinacées (Algues rouges) et des Codiacées (Algues vertes tubulaires) :

- Présence commune de Lithoporella melobesioides FOSLIE
- Présence plus irrégulière mais encore commune de la forme encroûtante Lithocodium aggregatum ELLIOTT.

- Présence localisée de Pycnoporidium gr. lobatum YABE et TOYAMA, de Cayeuxia gr. piae FROLLO, Cayeuxia aff. moldavica FROLLO, Cayeuxia n.sp. (filiforme, à tubes parfois très espacés).

- Présence du genre Girvanella, caractérisé ici sans ambiguité.

Les Dasycladacées (Algues vertes siphonées) sont, en revanche, peu abondantes. Elles ne sont représentées que par de belles sections isolées de Macroporella gigantea CAROZZI, de Petrascula gr. bursiformis ETALLON et de mauvais débris de Macroporella pygmaea GÜMBEL. Quelques très rares Globochaete alpina LOMBARD, communes dans les faciès pélagiques, semblent égarées dans ces milieux néritiques (Pl.62 fig.119, Pl.63 fig.120 et 121, Pl.64 fig.122 et 123, Pl.65 fig.124 et 125, Pl.66 fig.126 et 127).

A la différence du Ressas où ils sont absents, les Tintinnoïdiens ne sont pas rares, ici, dans ces faciès construits. Ils sont trouvés, soit isolés parmi de gros débris d'organismes, dans des plages non recristallisées, soit relativement groupés dans des plages micritiques et peu détritiques, soit même, exceptionnellement, à l'état de matériaux participant à la construction de gros Arénacés agglutinants.

L'ordre de succession des différentes formes est le suivant :

- apparition de Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA d'abord isolée et seule,

- association de Calpionella alpina LORENZ et de Calpionella elliptica CADISCH avec présence très fugace de Stenosemellopsis hispanica (COLOM), de Crassicolaria intermedia (DURAND-DELGA) et de Calpionellites lata (?) LEISCHNER.

. Kef el Orma (flanc est) (cf. fig.23) -

Une petite coupe a été effectuée sur le flanc est du Kef el Orma afin d'étudier les faciès du Bajocien - Bathonien, particulièrement bien exposés ici.

L'épaisseur totale mesurée est de 30 mètres.

- Pliensbachien supérieur : Domérien (a) -

Il comporte, successivement :

- à la base, des calcaires cristallins gris-noir, à patine grise, en bancs métriques massifs dont l'épaisseur est de 3,5 m.

- au-dessus, des calcaires sublithographiques gris-noir, en bancs de 20 à 30 cm de puissance, séparés par de minces interbancs marno-calcaires formant retrait. L'épaisseur est de 3 m.

J'ai pu observer un "hard-ground" avec Bélemnites cassées au sommet de la série.

Microfaciès : J'ai retrouvé, ici, les calcaires bioclastiques (biosparites et biomicrites) renfermant de la glauconie, à fréquents débris d'Echinodermes, spicules de Spongiaires, débris de Lamellibranches, Gastéropodes, Ammonites, Radiolaires, Lenticulina gr. prima (d'ORBIGNY) Spirillina sp., déjà observés au Bou Korşine d'Hammam Lif et au Ressas (Pl.67 fig.128).

Ce niveau basal du Domérien manque, comme nous l'avons vu, au Djebel Staa où les calcaires graveleux à Turrispira reposent directement sur les calcaires à Algues du Pliensbachien inférieur.

- Toarcien moyen et supérieur - Aalénien -

Le Toarcien (b), épais de 3 m environ, est constitué par des calcaires à pâte fine, gris-bleuté, noduleux, localement différenciés en bancs généralement massifs.

L'Aalénien (c), de puissance réduite (3 m), est formé de calcaires sublithographiques gris-verdâtre, à patine grise, indurés, en bancs de 15 à 20 cm bien différenciés. Les silex, nombreux à la base, disparaissent progressivement vers le haut.

Microfaciès : Je n'ai pas pu distinguer le Toarcien de l'Aalénien par microfaciès.

La série est constituée par des calcaires argileux, micritiques, à très rares grains de silice, fréquents "filaments" fins, généralement courts, Radiolaires, Globochaete, débris d'Echinodermes, débris de Mollusques, Aptychus, Lagenidae et Ostracodes.

Nous avons déjà rencontré ce microfaciès au Djebel Staa.

Remarquons, enfin, que G.CASTANY indique la présence de Hildoceras sublevisoni FUC. du Toarcien moyen à la partie inférieure de la séquence que nous venons de décrire.

J'ai retrouvé ce gisement d'Ammonites et, notamment, la forme Hildoceras sublevisoni FUC. (détermination M.RAKUS).

- Bajocien à Bathonien -

Notons, tout d'abord, qu'au Zaghouan, le Bajocien n'a été daté par Ammonites - Cadomites gr. daubenyi GEMM. - qu'en trois points : Falaise est, le long du sentier du Poste Optique à Bou Gabrine et dans la montée de Zaghouan au Poste Optique (G.CASTANY)(*).

Au Kef el Orma - flanc est - nous trouvons, successivement, de bas en haut :

- 6,50 m de calcaire sublithographique, légèrement dolomitique, plus ou moins noduleux, en bancs de 10 à 25 cm mal différenciés (d),

- 11 m de calcaire noir, à pâte fine, en petits bancs de quelques centimètres, séparés par de minces lits de marnes grises schisteuses (e).

G.CASTANY y a trouvé Cadomites sp. du Bajocien supérieur.

Microfaciès : Le microfaciès que j'ai observé est très caractéristique ; il est constitué par une micrite où abondent des "filaments" minces, très longs, "zonés ou doubles", souvent ondulés, voisinant avec des débris d'Echinodermes, des spicules de Spongiaires, des Radiolaires, quelques Foraminifères (Lingulina sp., Lenticulina sp., Spirillina sp.) (Pl.67 fig.129). Localement, le calcaire est formé par l'empilement contigu de tels "filaments", sans place disponible pour un ciment ou d'autres organismes (Pl.68 fig.130).

. Base du Grand Pic (cf. fig.24) -

J'ai effectué une coupe sur le flanc nord du Grand Pic, dans le ravin de l'Oued Temman où G.CASTANY signalait une série complète du Lias supérieur et où les calcaires à silex du Domérien auraient été en contact, par faille, avec le Kimméridgien-Tithonique du Kef el Orma - Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental, p.58.

(*) De plus A.BIELY a découvert, en 1969, des Ammonites du Bajocien moyen dans un faciès de calcaires noduleux près d'Ain Zéguir à l'Est de la falaise orientale du Djebel Zaghouan (8).

En fait, la lithologie est trompeuse et l'étude des microfaciès m'a montré une succession Toarcien-Aalénien-Bathonien (?)-Callovo-Oxfordien inférieur-Oxfordien supérieur et Kimméridgien-Tithonique.

Les faciès que j'ai rencontrés sont les suivants, de bas en haut :

- des calcaires gris-bleu à patine grise, en bancs de 20 à 40 cm, à lits de silex noirs dont l'épaisseur atteint 30 m (a) (Pl.14 fig.25).

  Les microfaciès sont typiques du Toarcien : des biomicrites plus ou moins argileuses, silteuses à la base, renferment des "filaments" généralement courts et rigides (ab.), des spicules de Spongiaires (r.), des Echinodermes (r.), des débris de Mollusques : Ammonites, des Radiolaires : Coenosphaera sp. (r.), des Globochaete (tr.), de très rares Ostracodes et des Foraminifères : Lenticulina sp., Spirillina sp., Nodosaria sp.

- une zone assez couverte à alternances de calcaires gris-sombre, rognonneux, en bancs de 10 à 20 cm, de calcaires argileux à patine jaunâtre et pâte gris-vert et de marnes couvertes. L'épaisseur de l'ensemble est de 15 m (b).

  Les microfaciès sont très proches des précédents : des biomicrites argileuses renferment de petits "filaments" courts et rigides des Radiolaires : Coenosphaera (f.), et de rares débris d'Echinodermes.

  C'est dans cette séquence que G.CASTANY signale Hildoceras sublevisoni qui date le Toarcien.

  L'Aalénien est probablement représenté au sommet de cette zone.

- J'ai observé, ensuite, une succession de calcaires pseudobréchiques à patine jaunâtre et rougeâtre, à pâte gris-vert, de calcaires en dalles sonores de 10 à 30 cm (patine grise, pâte gris-clair lithographique), avec assez rares silex à patine jaune, de calcaires argileux à patine rougeâtre, à pâte verte. L'épaisseur de cette série est de 17 m (c - d) (Pl.14 fig.26).

  Les microfaciès correspondants évoquent le Bathonien (?) à Callovo-Oxfordien inférieur : ce sont des biomicrites bourrées de "filaments" parfois épais, zonés, courbes ou ondulés, à Echinodermes (r.), spicules de Spongiaires (r.), Radiolaires : Coenosphaera (ar. à f.), Spirillina sp. (tr.), et Ostracodes (tr.).

- La série suivante est formée de calcaires pseudobréchiques rouges et de marno-calcaires tachetés de rouge et de vert, à la base. Au-desus se remarquent des calcaires gris-sombre, à patine grise, en bancs d'épaisseur progressivement croissante (0,20 m à 1 m), puis on assiste à une récurrence du faciès pseudobréchique rouge et vert. Les Ammonites sont nombreuses. L'épaisseur est de 20 m (e) (Pl.15 fig.27).

  Microfaciès : à la base, on note un léger ravinement probable du Callovo-Oxfordien inférieur par l'Oxfordien supérieur. Je trouve, en effet, dans une même plaque mince une biomicrite argileuse et ferrugineuse à "filaments" nonés, Ostracodes, et une biomicrite à "Protoglobigérines" (af.), petits "filaments" courbes (cloisons d'Ammonites) (af.), Aptychus sp. (tr.) et Radiolaires (r.).

  Au-dessus, des biomicrites et des biodismicrites légèrement ferrugineuses, à intraclasts, renferment des "Protoglobigérines" (f.), des Radiolaires Coenosphaera et Dictyomitra (f.), des Gastéropodes (r.), des cloisons d'Ammonites (ar.), des Aptychus sp. (r.), des Globochaete (r.) et des Ostracodes (r.).

- Formant la base d'une puissante falaise (épaisseur 390 m - f), j'ai observé des calcaires gris, cristallins, très durs, en bancs de 0,50 à 0,60 m, avec petits lits de silex, Haploceras aff. luci DEFR., Rudistes et Polypiers (Pl.15 fig.28).

  Microfaciès : des biodismicrites graveleuses, silicifiées par place, ont livré des Algues concrétionnées centrées sur Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI, des débris d'organismes divers notamment des Echinodermes, des Mollusques, des Hydrozoaires, des Polypiers, de rares Foraminifères : grands Verneuilinidae, Lituolidae et des Algues : fragments de Lithoporella melobesioides (FOSLIE).

  Ces microfaciès indiquent le Kimméridgien-Tithonique (faciès "récifal").

. Coupe de la piste de Bou Gabrine au Poste Optique (cf. fig.25) -

J'ai repris la coupe signalée par G.CASTANY (1951) et où affleure le Dogger pincé entre la masse récifale du Tithonique du Poste Optique et le Lias.

Notons, tout d'abord, la présence d'un beau niveau à Algues concrétionnées Spongiostromata bien visible dans la partie supérieure du Lias moyen (a) le long de la piste. Certaines formes présentent des cavités sporangiques (?) à la surface du corps algaire : Pycnostroma n.sp. (Pl.60 fig.115).

Du Sud au Nord, en montant dans la série, j'ai observé la succession suivante, au dessus d'une zone broyée et faillée :

- des calcaires à pâte gris-bleu, en bancs de 30 à 50 cm, à rares interbancs marneux, renfermant des Bélemnites et dont l'épaisseur est de 12,50 m (b).

- des alternances de calcaires rognonneux, à pâte un peu rougeâtre, de calcaires argileux à patine rougeâtre, en bancs de 20 cm, de marnes indurées gris-clair en lits de 15 à 70 cm.

- au sommet, des calcaires gris-bleu, durs, à petits silex, en bancs de 20 à 30 cm. L'épaisseur de cet ensemble est de 10 m (c). (Pl.16 fig.30, Pl.17 fig.31).

J'ai observé, au sommet de cette série, une nouvelle zone broyée et faillée.

- au-dessus, des calcaires noirâtres, schisteux, laminés et plissotés, en bancs de 5 à 10 cm, alternent avec des marnes feuilletées indurées. L'épaisseur est de 7 m (d). (Pl.17 fig.32, Pl.18 fig.33 et 34).

- puis viennent des calcaires gris à patine jaunâtre, en bancs de 15 cm ou feuilletés, des calcaires à patine gris-bleu, en bancs de 10 cm, intercalés dans de minces niveaux de marnes feuilletées grises. Cette séquence se termine avec des calcaires schisteux à patine gris-bleuté à jaunâtre avec taches de rouille. L'épaisseur est de 10 m (e).

- ensuite apparait une pseudobrèche rouge de 5 m d'épaisseur (f).

Au-dessus d'une zone très broyée avec surfaces de friction, se rencontrent des calcaires rognonneux gris-noir à gris-clair, en bancs de 25 à 40 cm et formant la base de la cuesta du Kimméridgien et du Tithonique.

Microfaciès : Nous retrouvons, en microfaciès, les mêmes coupures que celles que nous venons d'établir à l'aide de la lithologie.

. Intervalle b - A la base, une biomicrite à petits débris d'Echinodermes (f.), Lingulina gr. tenera BORNEMANN (r.), Lenticulina sp. (tr.), Ostracodes (r.), Globochaete (tr.), renferme de petits quartz silteux et des filonnets de calcite cristalline.

Au-dessus, des micrites à microsparites silteuses (quartz de néogenèse) contiennent de petits débris d'Echinodermes (r.), des débris de Mollusques (r.), des Radiolaires sphériques : Coenosphaera (ar.), des Ostracodes (r.), des Nodosaria sp. (tr.) et des débris phosphatés (tr.).

Ces microfaciès permettent de rattacher cette série au Domérien.

M.RAKUS décrit, dans ce niveau, la faune d'Ammonites suivantes :

Amaltheus margaritatus de MONTF.
Protogrammoceras sp.

Ces formes indiquent le Domérien inférieur (zone à Amaltheus margaritatus).

. Intervalle c - A la base, ont été observées des micrites argileuses, faiblement silteuses, à débris d'Echinodermes (r.), Ostracodes et Foraminifères (tr.) : Lingulina sp.

Au sommet, se rencontrent des biomicrites argileuses, faiblement silteuses, à fréquents "filaments" généralement courts et rigides, débris d'Echinodermes (r.), Radiolaires : Coenosphaera sp. (r.), et débris phosphatés (r.).

Cet intervalle appartient au Toarcien-Aalénien.

. Intervalle d - Il est formé de biomicrites entièrement constituées de grands "filaments" contigus, épais, longs et zonés avec articulations (tests d'Arthropodes) et rares débris d'Echinodermes (Pl.61 fig.116-117, Pl.62 fig.118). On note, dans cet intervalle la présence de joints stylolithiques, de zones de broyage et de rares zones silicifiées.

Cet intervalle correspond au Bajocien-Bathonien.

. Intervalle e - Des biomicrites renferment de très fréquents "filaments" zonés à bordure dentelée, des débris d'Echinodermes (r.), des spicules de Spongiaires (ar.), des Radiolaires : Coenosphaera (r.), des Spirillina sp. (tr.) et des filonnets oxydés.

Ces microfaciès montrent que cet intervalle est à rattacher au Callovo-Oxfordien inférieur.

. Intervalle f - Il est constitué par une intrabiomicrite à très fréquentes "Protoglobigérines" et "filaments" courbes (notamment cloisons d'Ammonites), petites Ammonites, Aptychus sp. (r.), petits Gastéropodes (r.), Spirillina sp. (tr.), Globochaete (r.), Radiolaires sphériques : Coenosphaera (r.). Oxyde de fer.

Ce microfaciès est typique de l'Oxfordien supérieur.

. Intervalle g - L'extrême base de la cuesta kimméridgienne et tithonique a, seule, été échantillonnée ici : elle est formée de biosparites graveleuses à rares quartz de néogenèse et débris d'Echinodermes (af.), fragments d'Algues, petits Foraminifères et Ostracodes.

Nous constatons, donc, que la coupe de la piste de Bou Gabrine au Poste Optique, malgré son caractère laminé, fournit une excellente illustration de la succession stratigraphique du Jurassique du Zaghouan puisque la plupart des termes y sont représentés.

. Petit Zaghouan -

Le petit Zaghouan constitue l'extrémité septentrionale du massif. De structure simple et seulement accidenté de petites failles, il est entièrement formé de calcaires récifaux du Kimméridgien-Tithonique qui s'ennoient sous les marnes du Néocomien. Il est séparé du Zaghouan proprement dit par un compartiment effondré où affleure le Néocomien et qui correspond au Col du petit Zaghouan.

Comme l'a très justement remarqué G.CASTANY, le petit Zaghouan constitue "le plus beau gisement de calcaire à Rudistes du Sillon tunisien" - Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental (1951) p.92...

Les dalles, en surface structurale, sont couvertes, en effet, de fossiles, notamment Heterodiceras aff. luci DEFR., Nérinées, Polypiers, Bryozoaires et Algues (Pl.19 fig.35).

Je n'ai pas fait de véritable coupe dans ces faciès homogènes mais prélevé des échantillons isolés.

Voici la description de quelques uns de ces matériaux :

- des biodismicrites à organismes recristallisés : Mollusques, Coelentérés, Spongiomorphidae et Algues, notamment débris de Macroporella sp., renferment de nombreuses baguettes de quartz néogénétique.

- des biodismicrites graveleuses à organismes recristallisés, avec Bryozoaire encroûté par un Lithocodium sp.

- des biodismicrites à organismes recristallisés : Mollusques notamment sections de Nérinées, Coelentérés, Pseudocyclammina sp. et Algues : Macroporella gigantea CAROZZI, Cayeuxia sp., Lithocodium sp. Des plages sont constituées de baguettes de quartz de néogenèse serrées les unes contre les autres.

- des biodismicrites graveleuses à Algues : Cayeuxia sp., Macroporella sp., Lithocodium sp. et Foraminifères : Trocholina sp., Protopeneroplis sp., Nautiloculina sp.

- des biomicrites à biosparites à petites gravelles, Spongiomorphidae, débris de Mollusques et rares Foraminifères.

- des biodismicrites graveleuses à Mollusques et Polypiers recristallisés, Spongiostromata : Pycnostroma sp. fixée sur Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI, Neotrocholina valdensis REICHEL.

- des biodismicrites à grandes sections d'Hydrozoaires : Ellipsactinia sp., Mollusques recristallisés, tubes de Serpules et nombreuses baguettes de quartz de néogenèse.

- des biodismicrites parfois graveleuses, à organismes recristallisés notamment Polypiers solitaires, Lithocodium sp.

- des biomicrites à biosparites à Mollusques recristallisés notamment Gastéropodes et Algues : Macroporella sp., Cayeuxia sp. et abondants quartz de néogenèse.

- des sections de Bryozoaires.

- des biomicrites à Algues : Salpingoporella elongata CAROZZI, Cayeuxia sp.

- des biodismicrites avec Gastéropodes à test épais, Trocholina sp., Lithocodium sp.

(Pl.69 fig.132 et 133, Pl.70 fig.134 et 135, Pl.71 fig.136).

E - /OUED GUELTA/ -

1 - GENERALITES - HISTORIQUE -

Une coupe a été effectuée par A.LAZAAR (S.E.R.E.P.T.) le long de l'Oued Guelta, à 3 kilomètres au Sud Ouest du Djebel Staa (massif du Zaghouan), afin de préciser la limite exacte entre les faciès à affinités "récifales" du Tithonique rencontrés dans ce massif et les faciès pélagiques notés, plus au Sud, au Djebel Bent Saïdane et au Djebel Zaress.

L'affleurement jurassique étudié par G.CASTANY (1951) "marque le centre d'un dôme dont les versants crétacés constituent les Djebel Ech Chama, au Nord Ouest, et Chagaga au Sud Est" (38).

2 - COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.26) -

La succession est la suivante, de bas en haut :

- des calcaires en bancs de 0,20 à 1 m, très durs, à patine gris-bleu, à cassure conchoïdale, à pâte très fine, montrent des éléments gris-vert et gris-sombre, donnant une allure "pseudo-bréchique" (a). L'épaisseur est de 27 m.

G.CASTANY note la présence, à la base de ces calcaires, sous les niveaux à Tintinnoïdiens, de Pygope janitor PICTET du Tithonique inférieur.

- au-dessus, des marnes grises ou vertes présentent des intercalations, devenant rares vers le sommet, de petits bancs calcaires de 20 à 30 cm d'épaisseur, à patine gris sombre, à allure "pseudo-bréchique", zoogènes au sommet (b). L'épaisseur atteint 23 m.

En microfaciès, la séquence (a) correspond à des micrites peu argileuses ou à des marnes à intraclasts, à très rares granules de silice ou de limonite et microfissures remplies de calcite.

Les Tintinnoïdiens, fréquents et variés, que j'ai reconnus, datent cette séquence du Tithonique supérieur : Calpionella alpina LORENZ, Crassicolaria brevis REMANE, Crassicolaria aff. intermedia DURAND-DELGA, Crassicolaria massutiniana (COLOM), Calpionella elliptica ? CADISCH, Tintinnopsella carpathica (M. et F.).

Ces Tintinnoïdiens sont accompagnés de spicules en fuseaux, réniformes ou polyaxones (r.), de débris d'Echinodermes (tr.) notamment de radioles, de débris de Mollusques (tr.) notamment Aptychus, de Radiolaires (Coenosphaera, Dictyomitra) (ar., localement f.), de Globochaete (r.), de Lagenidae (tr.), de Spirillina sp. (tr.) de Textulariidae (tr.) et d'Ostracodes (tr.).

Il s'agit, donc, d'un Tithonique supérieur à faciès pélagique net.

Deux subdivisions peuvent être reconnues dans la séquence supérieure (b). Sur les 19 premiers mètres, les microfaciès restent les mêmes mais l'association de Tintinnoïdiens évolue : si certaines formes rencontrées plus bas dans le Tithonique subsistent : Calpionella alpina LORENZ, Crassicolaria sp., Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Calpionella elliptica ? CADISCH, des formes nouvelles apparaissent : Crassicolaria parvula REMANE, Tintinnopsella cadischiana COL.

La présence simultanée de Tintinnopsella cadischiana espèce qui n'apparaît qu'au Berriasien et de formes communes au Tithonique supérieur et au Berriasien me permet de penser que nous sommes, déjà, dans ce dernier étage.

Le dernier échantillon de la coupe présente un faciès très particulier. Il s'agit d'une biomicrite à biomicrosparite limonitisée, qui renferme des débris d'Echinodermes (af.), des débris de Mollusques (ar.), des Coelentérés (r.), des Aptychus (tr.) et des débris d'Algues.

J'ai noté la présence de Trocholines notamment : Trocholina cf. burgeri et Trocholina sp.sp., associées à des Verneuilinidae, ou Valvulinidae, des Textulariidae et Protopeneroplis sp.

Ce faciès, qui doit appartenir au Valanginien basal, correspond à un milieu de dépôt de type plateforme que je n'avais pas eu l'occasion de rencontrer, encore, dans le Crétacé inférieur, aux abords des Chaînons jurassiques mais que nous retrouverons au Djebel Mdeker et au Djebel Garci.

F - /DJEBEL EL KOHOL - DJEBEL EL AZEIZ/ -

1 - GENERALITES -

Les Djebels el Kohol et el Azeiz sont situés entre le massif du Zaghouan, au Nord, et le Djebel Bent Saïdane, au Sud. Ils jouxtent, à l'Ouest, la grande faille de Zaghouan injectée de Trias et sont essentiellement constitués par une lame de calcaires du Lias inférieur et moyen qui atteint, au Kohol, l'altitude de 680 m. Le reste de la série jurassique, visible sur le flanc nord ouest du Djebel el Azeiz, est assez laminé et en contact par faille avec le Lias moyen.

2 - HISTORIQUE -

En 1892, F.AUBERT publie sa carte géologique provisoire de la Tunisie dans laquelle il figure en Jurassique ("Horizon inférieur") le Djebel el Kohol (1) (2).

M.SOLIGNAC consacre un paragraphe de sa thèse (1927) aux Djebels el Kohol et el Azeiz ; il reconnait le Lias par similitude de faciès avec celui du Zaghouan, l'Aalénien qui lui a livré Dumortieria levesquei d'ORB., l'Oxfordien supérieur ("Argovien") avec Perisphinctes kobelti NEUM. (qui, en fait, est aussi Tithonique inférieur) et le Tithonique (101).

Dans son étude géologique de l'Atlas tunisien oriental - 1951 - (38) G.CASTANY donne une carte au 1/20 000 de la zone Kohol-el Azeiz et quelques coupes schématiques. Il reconnait le Domérien, le Toarcien et l'Aalénien qu'il date avec Leioceras opalinum (flanc SW du Djebel el Azeiz). Il signale également la présence du Callovo-Oxfordien inférieur, de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien-Tithonique qu'il date par Ammonites : Sowerbyceras loryi, Phylloceras (Holcophylloceras) calypso et Perisphinctes kobelti.

3 - ETUDE STRATIGRAPHIQUE -

. Echantillons isolés du Djebel el Azeiz -

Au point coté 676 du Djebel el Azeiz, j'ai prélevé des calcaires gris-bleu en gros bancs massifs, de 1 à 3 m d'épaisseur environ, riches en Gastéropodes et Lamellibranches recristallisés, dont le microfaciès est le suivant : Dismicrite à "pellets" avec débris de Mollusques (r.), Algues (r.) : Thaumatoporella sp., Verneuilinidae ou Valvulinidae (r.), nombreux gros quartz de néogenèse.

Ces calcaires sont très fracturés avec filons minéralisés (malachite, azurite en trace). Ils appartiennent au Sinémurien-Pliensbachien inférieur.

A environ 400 m au SW du point coté 676, j'ai découvert un très riche gisement d'Ammonites : Leioceras opalinum REIN., Ludwigia sp., Graphoceras sp., Phylloceras sp., Calliphylloceras sp., Hammatoceras sp., Planhammoceras sp., Euaptetoceras sp., Ludwigia cf. murchisonae SOW. (déterminations M.RAKUS). Cette association est typique de l'Aalénien.

Les dalles fossilifères montrent également des Bélemnites (Pl.19 fig.36).

Ce niveau m'a fourni le microfaciès suivant : biomicrite glauconieuse à nombreuses sections d'Ammonites, Gastéropodes (r.), débris d'Echinodermes (ab.), Lenticulina sp. (r.), "filaments" courbes ou minces, courts et rigides (f.) et Globochaete (tr.).

. Coupe de la cote 510 du Djebel el Azeiz -

La coupe, de direction Est-Ouest, a été placée au petit col séparant les points cotés 676 et 510. Elle débute par un contact faillé entre les calcaires du Lias moyen et les calcaires à alternances marneuses du Callovo-Oxfordien inférieur. Elle se termine, au point coté 510, à la base du Tithonique supérieur.

J'ai observé successivement, de bas en haut (cf.fig.27) :

- des calcaires plus ou moins argileux, gris sombre à patine jaunâtre, se débitant en parallélépipèdes ou en rognons, en bancs de 5 à 15 cm, alternent avec des marnes indurées grises ou verdâtres qui renferment des Bélemnites. L'épaisseur de cet ensemble est de 60 m (a).

  La série se termine par une petite barre de calcaires roux en bancs de 15 à 30 cm d'épaisseur (b).

- une succession formée de calcaires gris clair à gris-bleu, à patine grise, en bancs de 5 à 15 cm, de calcaires pseudobréchiques gris-bleu, en bancs de 30 cm, intercalés dans des marnes grises et des calcaires jaune-rouille, en bancs de 10 cm. L'épaisseur de cet ensemble est de 40 m (c).

- une petite barre formée de calcaires pseudobréchiques en bancs de 10 à 25 cm, de calcaires rognonneux gris, en bancs de 10 cm, et, au sommet, un banc de calcaire pseudobréchique de 50 cm d'épaisseur. Cette barre mesure 15 m (d).

- Au-dessus d'une zone couverte (probablement marneuse), des calcaires gris clair, rognonneux, en bancs de 15 à 30 cm, sont intercalés entre des marnes couvertes et des calcaires à patine jaunâtre se débitant en rognons, en bancs de 5 à 10 cm, alternant avec des marnes grises. Cette série renferme des Ammonites et son épaisseur est de 40 m (e).

- Séparé par une faille de la série précédente, se rencontrent des calcaires pseudobréchiques rouges ou gris-roussâtre, en bancs de 30 à 50 cm, puis des calcaires rognonneux gris-bleu, à patine grise, en bancs de 10 à 50 cm, des calcaires gris-sombre grumeleux, à pâte tachetée, en bancs de 20 cm, enfin, des calcaires gris-bleu à patine grise, en bancs de 20 à 30 cm, alternant avec des passées marneuses d'épaisseur réduite. Ce dernier ensemble mesure 60 m (f).

Microfaciès :

- Zones (a) et (b) : ces deux zones sont formées de biomicrites faiblement silteuses à longs "filaments" zonés à bordure dentelée (ab.) débris d'Echinodermes (ar.), Aptychus sp. (r.), spicules de Spongiaires (af.), débris phosphatés (tr.), Ostracodes (tr.), Globochaete (r.) et renferment de l'oxyde de fer (r.).

Ces microfaciès sont caractéristiques du Callovo-Oxfordien inférieur.

- Zones (c) et (d) et la plus grande partie de (f) : les faciès pseudobréchiques rougeâtres rencontrés dans la série m'avaient conduit à envisager une succession normale avec présence d'Oxfordien supérieur. L'étude des microfaciès m'a montré qu'il n'en était rien ; j'ai observé successivement, en effet :

- des biomicrites à fréquents Radiolaires (Coenosphaera) et plus rares Saccocoma, Spirillina sp. (r.), Globochaete (r.), Ostracodes (r.) et oxyde de fer.

- des biomicrites à Saccocoma (f.), débris d'Echinodermes (ar.), Globochaete (ar.), Aptychus sp. (r.) et spicules monaxones de Spongiaires (af.).

- des intrabiomicrites à Saccocoma (af.), petits Gastéropodes, Aptychus sp. (r.), Globochaete (ab.), Radiolaires (Coenosphaera, Dictyomitra) (f.), Lenticulina sp. et Spirillina sp.

- des biomicrites bourrées de Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (ab.), Globochaete (af.), spicules de Spongiaires (r.) et oxyde de fer (r.).

Ces microfaciès permettent de rattacher la séquence au Kimméridgien-Tithonique inférieur.

Il y a donc superposition, apparemment normale dans cette coupe du Djebel el Azeiz, du Kimméridgien sur le Callovo-Oxfordien inférieur, avec lacune ou érosion de l'Oxfordien supérieur. Notons, de plus, que les faciès pseudobréchiques du Kimméridgien-Tithonique inférieur du Djebel el Azeiz miment ceux de l'Oxfordien supérieur des autres affleurements.

Ce n'est que tout près du point coté 510 qu'apparaissent les microfaciès du Tithonique supérieur avec les Tintinnoïdiens : des biomicrites renferment des spicules de Spongiaires, des Radiolaires : Coenosphaera, Dictyomitra (f.), des Saccocoma (r.), des Globochaete (r.), des fibrosphères (r.), et des Tintinnoïdiens (af.) : Crassicolaria sp., Calpionella alpina LORENZ.

G - /DJEBEL BENT SAIDAINE/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Bent Saïdane, qui fait partie de l'alignement des Chaînons jurassiques, est situé entre le Djebel el Azeiz au Nord et le Djebel Fkirine au Sud.

Plateau tabulaire de 5,5 Km de long sur 3,5 Km de large, il atteint l'altitude de 818 m et domine la plaine de Pont du Fahs.

Le massif est constitué par une vaste dalle de calcaire du Lias inférieur et moyen plissée en anticlinal peu accentué ayant percé les marnes du Crétacé inférieur.

La structure est limitée, à l'Est, par un grand contact anormal NE-SW, prolongement de la grande faille du Zaghouan. En ce point, les terrains éocènes de l'Edjehaf sont chevauchés par la partie orientale du Djebel Bent Saïdane qui se termine, vers l'Est, par une falaise abrupte.

Vers le Sud, le massif est séparé du Djebel Fkirine par le compartiment transversal effondré de l'Oued Besserhaier, où affleure le Néocomien.

Le Djebel Bent Saïdane est découpé par de profonds ravins, de direction NNE-SSW, généralement établis le long des failles.

2 - HISTORIQUE -

L.PERVINQUIERE décrit, pour la première fois en 1903, la stratigraphie du massif (85). Il signale le Lias calcaire zoogène et le Tithonique abondamment fossilifère.

Dans son "étude de paléontologie tunisienne" (88), il fait la description de nombreuses Ammonites du Tithonique provenant du Djebel Bent Saïdane.

G.CASTANY, utilisant les travaux inédits de E.BERKALOFF : Etude géologique du Djebel Bent Saïdane Archives D.T.P., apporte, en 1951 (38), une contribution importante à la connaissance du massif dont il précise la stratigraphie et la tectonique. Il reconnait le Domérien, le Toarcien et l'Aalénien.

Alors que L.PERVINQUIERE ne fait aucune mention de l'Oxfordien supérieur, G.CASTANY montre qu'il est bien développé dans toutes les coupes et recueille une importante faune d'Ammonites.

En 1953, G.DUBAR récolte de nombreuses Ammonites dans le Lias moyen. La faune qu'il décrit, caractérise le Pliensbachien (52).

M.RAKUS et A.BIELY complètent, en 1970, la liste des Ammonites du Carixien (Pliensbachien inférieur) établie par G.DUBAR, en faisant de nouvelles récoltes dans le Djebel Bent Saïdane (93).

3 - COUPES STRATIGRAPHIQUES -

La constitution, en panneaux, de la structure a nécessité l'exécution de trois coupes distinctes :

. Coupe de la cote 769 (cf. fig.28) -

Entièrement réalisée dans le Lias inférieur et moyen (Sinémurien - Pliensbachien inférieur), elle recoupe une série massive, calcaire et dolomitique, dont l'épaisseur atteint 355 m (Pl.21 fig.38).

Cette séquence est limitée, à la base, par une faille. Elle est constituée par des calcaires gris-beige, graveleux, en bancs métriques plus ou moins bien différenciés (a. c.), alternant avec des calcaires dolomitiques, recristallisés, ou des dolomies blanchâtres, à patine gris-jaunâtre, constituant des replats dans la falaise (b - d).

Vers le haut, la teinte des calcaires devient gris-noirâtre (e) (Pl.21 fig.39).

Microfaciès : La série est formée par les habituels calcaires graveleux ou à "pellets", très recristallisés, particulièrement à la base de la séquence.

Dans la partie inférieure de la coupe, j'ai rencontré Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI), Thaumatoporella sp., Gastéropodes, Valvulinidae ou Verneuilinidae, Textulariidae, Hyperammina sp.

Ces calcaires renferment, souvent, des quartz de néogenèse.

Localement, j'ai observé des dolomies - dolosparites - à grains de silice et oxyde de fer (b - d).

Dans la partie supérieure de la coupe (e), les Thaumatoporella sont associées à d'autres Algues : Palaeodasycladus mediterraneus (PIA), Cayeuxia sp., et Pycnoporidium sp.

. Coupe B (cf. fig.29) -

Cette coupe prend le relais, vers le haut, de la précédente, la séquence (a) de la coupe B correspondant à la partie supérieure de la coupe de la cote 769 (e). L'épaisseur de l'ensemble de la série atteint 100 m.

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

A 40 m de calcaires gris, en gros bancs métriques mal différenciés (a), succèdent 50 m de calcaires identiques, à gros silex présentant une patine rousse (b). Les silex disparaissent progressivement vers le haut.

C'est dans ces deux horizons que G.DUBAR a récolté, en 1953, une importante faune d'Ammonites : Juraphyllites cf. libertus GEMM., Lytoceras cf. fimbriatoides GEMM., Oxynoticeras gemmelaroi POMP., Amphiceras aegoceratoides GEMM., Polymorphites polymorphus QUENST., Acanthoceras sp. aff. stabli OPP., Tropidoceras cf. crythraeum GEMM., Epidoceras cf. nodotissum QUENST., Deroceras aff. perisphinctoides FUC., Deroceras evolutum FUC., Deroceras gemmellaroi LEVI (?), Coeloceras indunense MENEGH., Prodactylioceras aegrum FUC.

Cette faune, où dominent les formes d'Ammonites de la zone à Tragophylloceras ibex, caractérise le Pliensbachien inférieur (Carixien).

Microfaciès : Les organismes que j'ai notés dans ces calcaires sont les suivants : Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI), Palaeodasycladus mediterraneus (PIA), Codiacées intermédiaires entre Orthonella et Cayeuxia, Cayeuxia sp., Macroporella sp. ?, spicules monaxones de Spongiaires, débris d'Echinodermes notamment radioles, Verneuilinidae ou Valvulinidae, Textulariidae, Glomospira sp. et Ostracodes (Pl.72 fig.138-139, Pl.73 fig.140).

- Domérien -

Echantillonné sur 10 m, il présente le faciès typique de calcaire sublithographique gris-bleuté, à patine grise, en bancs de 20 à 30 cm, bien différenciés, séparés par de minces horizons marneux formant retrait (c).

M.RAKUS signale, dans ce niveau, la présence d'Arieticeras sp., forme indiquant le Domérien moyen.

Microfaciès : Les échantillons recueillis montrent les faciès habituels propres au Domérien : des calcaires bioclastiques (biosparite à biomicrite) renferment de la glauconie et des quartz de néogenèse.

Les organismes que j'ai observés dans ces calcaires sont : des débris d'Echinodermes (ab.), des sclérites d'Holothuries, des débris phosphatés (f.) : Poissons ?, des débris de tests de Brachiopodes, des débris de Mollusques, Lingulina gr. tenera BORNEMANN, Lenticulina gr. prima (d'ORBIGNY) (Pl.73 fig.141, Pl.74 fig.142).

Ces microfaciès sont tout à fait comparables à ceux rencontrés, par exemple, au Djebel Ressas.

Il semble que le Lias supérieur ne soit pas représenté au Djebel Bent Saîdane (Lacune ou failles ?).

. Coupe de la cote 467 (cf. fig.29 et 30) -

Cette coupe a été réalisée au SE du Douar Bent Saîdane, sur le flanc sud du mamelon coté 467.

- Bajocien (?) à Callovo-Oxfordien inférieur -

Ces étages correspondent à un ensemble monotone de calcaires argileux, gris-noirâtre à patine jaune, noduleux, en bancs de 0,20 à 0,30 m de puissance, alternant avec des passées marneuses de 0,30 à 0,40 m (a).

L'épaisseur de la série est de 45 m.

Dans la moitié supérieure de la séquence, un banc de calcaire argileux, dont l'épaisseur atteint 1 m, forme un ressaut dans la topographie.

Microfaciès : Des calcaires argileux, micritiques, renferment quelques grains de silice, de la glauconie ou chlorite altérée et les organismes suivants : des "filaments" minces, plus ou moins longs, parfois ondulés (ab.), des débris d'Echinodermes, des Lenticulina sp., des Spirillina sp., des Globochaete et des Ostracodes.

G.CASTANY signale la présence, dans cette série, d'Hibolites astatus BLAINV. dont la répartition s'étend du Bathonien à l'Oxfordien.

- Oxfordien supérieur -

Epais de 15 m, il présente, successivement, de bas en haut, deux faciès alternés (b) :

- des brèches intraformationnelles rouges à stratification peu visible,

- des calcaires grumeleux, gris, indurés, en bancs de 0,15 à 0,25 m. bien différenciés.

La faune est nombreuse, légèrement roulée. G.CASTANY mentionne : Phylloceras (Holcophylloceras) mediterraneum NEUMAYR, Sowerbyceras protortisulcatum POMP., Lytoceras sp., Taramelliceras cf. oculatum PHILL., Oppelia arolica OPP., Peltoceras cf. toucasi d'ORB., Hibolites astatus BLAINV.

Microfaciès : J'ai observé des biomicrites légèrement argileuses, à trame ferrugineuse rougeâtre et joints stylolithiques ferrugineux, qui ont livré des spicules de Spongiaires, des débris d'Echinodermes, des Gastéropodes, des Ammonites, des Aptychus, des "Protoglobigérines" (ab.), des Lenticulines, des Spirillines, des Globochaete et des Radiolaires (Pl.74 fig.143, Pl.75 fig.144).

- Kimméridgien - Tithonique -

Ces étages sont représentés par des calcaires sublithographiques gris-verdâtre, à patine jaune, en bancs de 20 à 30 cm, séparés par de minces épisodes calcaréo-argileux (c).

L'épaisseur mesurée est de 27 m.

Des bancs de calcaires noduleux sont interstratifiés dans cette série et ont fourni une importante faune tithonique : Phylloceras isotypum BEN., Phylloceras (Calliphylloceras) benacense CAT., Phylloceras (Holcophylloceras) mediterraneum NEUMAYR, Phylloceras (H.) calypso d'ORB., Sowerbyceras loryi MUN.CHALM., Lytoceras polycyclum NEUMAYR, Haploceras sp., Neumayria cf. strombecki OPP., Neumayria prolithographica FONT., Perisphinctes kobelti NEUMAYR, Perisphinctes adelus GEMM., Perisphinctes aff. geron ZITTEL, Perisphinctes hodiernae GEMM., Perisphinctes simoceroides FONT., Aspidoceras fagesi PERV., Simoceras (Nebrodites) cf. xensis GEMM., Simoceras (Nebrodites) cf. doublieri d'ORB., Simoceras cf. sautieri FONT., Holcostephanus cf. celsus OPP., Aptychus beyrichi OPP., Aptychus latus PARK., Streblites lithographicus OPP.

Cet horizon correspond au niveau 9 a de G.CASTANY qui date le Tithonique inférieur.

Microfaciès : J'ai noté, dans des calcaires micritiques, avec microdiaclases et joints stylolithiques, les organismes suivants : des spicules de Spongiaires, des Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques, des Radiolaires, des Globochaete, des Lagenidae, de fréquents Tintinnoïdiens parmi lesquels : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Stenosemellopsis hispanica (COLOM).

Le Tithonique supérieur est, donc, également présent au sommet de la série.

Nous constatons, avec le jalon du Djebel Bent Saïdane, la persistance des faciès pélagiques au Sud du Djebel Staa.

H - /DJEBEL FKIRINE/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Fkirine, situé immédiatement au Sud du Djebel Bent Saïdane, est séparé de ce dernier par un compartiment transversal effondré où coule l'Oued Besserhaier. Il affecte la forme d'un triangle de trois kilomètres de côté et est bordé, à l'Est, par le Tertiaire et sur ses deux autres flancs par le Néocomien. Son altitude maximum atteint 985 m au Signal du Djebel Fkirine.

2 - HISTORIQUE -

Dès 1903, L.PERVINQUIERE a reconnu la disposition tectonique du Djebel Fkirine et montré l'importance de l'accident qui jalonne le flanc oriental de ce massif où le Lias et l'Eocène sont en contact (85).

C'est G.CASTANY qui apporte, en 1951, la contribution majeure à la connaissance du Djebel Fkirine, aussi bien au point de vue stratigraphique que tectonique : il établit une stratigraphie détaillée du Lias et du Jurassique supérieur et présente des coupes, cartes et bloc diagramme du massif (38).

J.SALAJ et Z.STRANIK signalent, en 1970, la présence de Foraminifères de la zone à Angulodiscus friedli du Rhétien inférieur à la base des calcaires "liasiques" sur le flanc est du Djebel Fkirine (97).

3 - COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.31) -

Nous avons repris et échantillonné la coupe du Jurassique supérieur donnée par G.CASTANY sur le flanc ouest du Djebel Fkirine ; cette coupe, implantée immédiatement au Nord du point coté 603, intéresse le Callovo-Oxfordien inférieur, l'Oxfordien supérieur et le Kimméridgien-Tithonique.

La série est limitée, à l'Ouest, par une faille qui met le Jurassique supérieur en contact avec le Néocomien et, à l'Est, par un autre accident qui fait apparaître le Lias.

La succession stratigraphique, que j'ai pu mettre en évidence dans cette série, est la suivante, de bas en haut :

- à des calcaire à pâte gris-bleu, à patine jaunâtre, en bancs de 5 à 20 cm intercalés dans des marnes, succèdent des calcaires un peu

argileux, à pâte gris-vert ou jaunâtre, de texture fine, en bancs de 10 à 20 cm, se débitant en longues esquilles et des calcaires rognonneux à pâte vert-clair, à patine verdâtre. L'épaisseur atteint 90 m (a).

- des marnes schisteuses rouges et des calcaires pseudobréchiques rouges et verts constituent une petite barre. On note la présence d'Ammonites. L'épaisseur est de 30 m (b).

- des calcaires rognonneux, à pâte jaunâtre et patine gris-vert, en bancs de 10 à 15 cm, apparaissent dans une zone couverte dont l'épaisseur est de 35 m (c).

- des calcaires pseudobréchiques rouges et verts, des calcaires gris à patine jaunâtre, à taches de rouille, en bancs de 30 à 50 cm puis de 10 à 30 cm forment une deuxième barre de 10 m d'épaisseur (d).

- enfin se rencontrent des calcaires rognonneux, à pâte gris-bleu, à patine gris-jaunâtre, en bancs de 20 à 30 cm. L'épaisseur est de 20 m (e).

G.CASTANY signale les faunes suivantes :

. dans la séquence (a) : Hibolites astatus BLAINVILLE

. dans la séquence (b) : des Ammonites de l'Oxfordien supérieur (cf. Bent Saïdane).

. dans la séquence (d) : Pygope janitor PICTET.

Microfaciès :

. Séquence (a) : Elle est constituée de biomicrites plus ou moins argileuses, à "filaments zonés à bordure dentelée" (f.), Echinodermes (ar.), spicules de Spongiaires (af.), Radiolaires : Coenosphaera (f.), Globochaete (r.). Ces calcaires renferment de l'oxyde de fer et de rares quartz silteux.

A la partie supérieure de cette série, j'ai remarqué une concentration et un alignement des "filaments", dans certaines zones des plaques minces, traduisant une augmentation du niveau d'énergie.

Ces microfaciès sont typiques du Callovo-Oxfordien inférieur.

. Séquence (b) : Elle est formé d'une succession de micrites argileuses, légèrement ferrugineuses, à petits débris d'Echinodermes (ar.), Aptychus sp. (r.), Radiolaires (Coenosphaera) et spicules de Spongiaires (ar.), Globochaete (r.) et Spirillina sp. (tr.), et d'intrabiomicrites légèrement ferrugineuses à Radiolaires (Coenosphaera) (af.), "Protoglobigérines" (ar.), Gastéropodes (r.), sections d'Ammonites (r. à f.), débris d'Echinodermes (r.), Lenticulina sp. (tr.) et Globochaete (f.).

Ces microfaciès permettent de rattacher la série à l'Oxfordien supérieur.

. Séquences (c) et (d) et la plus grande partie de (e) : Elles correspondent à des biomicrites et des intrabiomicrites à Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (ar. à ab.), filaments rigides à rattacher à des "bras" de Saccocoma (f.), Globochaete (r. à ab.), fibrosphères (r.), petits Gastéropodes (r.), Aptychus sp. (r.), section d'Ammonites (f.), Spirillina sp. (tr.), Radiolaires (Coenosphaera, Dictyomitra) et spicules de Spongiaires (r.). On note la présence de fréquents joints stylolithiques, d'oxyde de fer et de silice (r.).

Il s'agit du Kimméridgien - Tithonique inférieur.

. Partie supérieure de la séquence (e) : Ce sont des biomicrites à Tintinnoïdiens (f.) : Calpionella alpina LORENZ (f.), Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA (r.) et Globochaete (f.) du Tithonique supérieur.

Vers l'Est, cette série est en contact, par faille, avec un compartiment où j'ai prélevé l'échantillon suivant : un calcaire gris-bleu à pâte fine, en dalles sonores au choc de 20 à 30 cm, qui présente un microfaciès de biomicrite à Radiolaires : Coenosphaera (af.) et Saccocoma (r.) du Kimméridgien-Tithonique inférieur.

Ce dernier compartiment est lui-même en contact avec la masse du Lias du Djebel Fkirine constitué de calcaires cristallins gris clair, en gros bancs métriques ; le microfaciès est typique du Sinémurien - Pliensbachien inférieur : c'est une peldismicrite à Algues Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI) (f.), Verneuilinidae ou Valvulinidae (r.). La recristallisation est bien visible.

I - /DJEBEL ZARESS/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Zaress constitue le pointement jurassique le plus méridional de l'ensemble des Chaînons.

Adossé à la grande faille de Zaghouan, de direction NE-SW, il présente une série liasique et jurassique bien individualisée. Le Jurassique s'ennoie, au Nord et à l'Ouest, sous le Crétacé inférieur (Pl.25 fig.46).

La coupe, réalisée dans ce massif, a un intérêt tout particulier, du fait de sa relative continuité, fait rare dans la zone des Chaînons jurassiques en général très disloqués.

2 - HISTORIQUE -

En 1950, P.F.BUROLLET établit la première coupe précise du Jurassique du Djebel Zaress pour le compte de la S.E.R.E.P.T. (Stratigraphie des Djebel Zaress et Faroua - Rapport interne S.E.R.E.P.T.).

C'est à G.CASTANY que l'on doit, en 1951, la première description complète de la stratigraphie et de la tectonique du Djebel Zaress (38).

En 1963, J.M.MASSIN et J.BONNEFOUS complètent les observations de G.CASTANY, donnent une coupe détaillée du Jurassique et mettent en évidence, pour la première fois, la présence probable de Bajocien-Bathonien (15).

A.BIELY et M.RAKUS signalent, en 1969, la présence d'Ammonites du Callovien supérieur à la base des calcaires noduleux à faciès "ammonitico rosso" (9).

En 1970, M.RAKUS et A.BIELY découvrent des Ammonites de la zone à Uptonia jamesoni (Pliensbachien inférieur) au sommet de la série calcaire massive (93).

3 - COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.32 et 33) -

La coupe, de direction sensiblement E-W, a été effectuée en quatre tronçons assurant une couverture continue des affleurements. Totalisant 527 m, elle couvre une série allant du Sinémurien-Pliensbachien inférieur au Berriasien-Valanginien.

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

Ces étages sont constitués de calcaires massifs, bioclastiques et graveleux, gris clair, à stratification plus ou moins nette, dolomitiques à la base (a + a'). La recristallisation est peu poussée, exception faite de la base de la série où la dolomitisation est accompagnée d'une cargneulisation du sédiment. La série a pu être mesurée sur 270 m mais plusieurs zones de failles ont été observées.

La partie supérieure de la série est datée du Pliensbachien inférieur par Ammonites (M.RAKUS) : Uptonia venustula (DUMORT), Crucilobiceras (Metaderoceras) cf. gemmelaroi (LEVI) Tropidoceras cf. flandrini (DUMORT).

Cette faune indique le Carixien (Pliensbachien inférieur), zone à Uptonia jamesoni et Tropidoceras masseanum.

Microfaciès : Nous connaissons bien, maintenant, ce faciès de calcaires graveleux ou à "pellets", ici parfois oolithiques, à passées plus ou moins dolomitiques ; ces calcaires renferment, épisodiquement, des quartz de néogenèse qui deviennent, localement, très abondants.

La base de la coupe, très recristallisée, ne m'a montré que quelques fantômes de Thaumatoporella.

Les Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI) deviennent reconnaissables dans les deux tiers supérieurs de la séquence et sont accompagnées de rares Verneuilinidae ou Valvulinidae recristallisées - notamment Verneuilinoides aff. mauritii (TERQUEM) - de Tubinella inornata (BRADY), et de Trochammina sp. (Pl.75 fig.145, Pl.76 fig.146).

A cette association vient s'adjoindre le cortège : Palaeodasycladus mediterraneus (PIA), Palaeodasycladus sp., Cayeuxia sp., dans les quinze mètres supérieurs (Pl.76 fig.147).

Cette série rappelle tout à fait celle, équivalente, du Ressas ou du Bent Saïdane, mais ici le Lias inférieur - moyen est incomplet, la coupe débutant seulement au milieu de la zone à Thaumatoporella (base tronquée par faille).

Nous constatons que le Lias inférieur et moyen présente, dans les Chaînons jurassiques, une grande homogénéité des faciès.

- Pliensbachien supérieur : Domérien -

De puissance réduite, 6 m, le Domérien présente, à la base, un banc de calcaire zoogène à Ammonites, Bélemnites et Brachiopodes dont Pygope aspasia MENEGH., qui se différencie peu, macroscopiquement, des formations pliensbachiennes sous-jacentes.

Il se continue par des calcaires sublithographiques, à silex rares, en bancs de 10 à 80 cm (b).

Le Domérien est encadré, à sa base et à son sommet, par des "hard-ground" ferruginisés à fossiles roulés (Pl.22, fig.40).

Microfaciès : Les calcaires bioclastiques - Sparites ou micrites - m'ont livré des débris d'Echinodermes (ab.), des débris de Mollusques, Lingulina gr. tenera BORNEMANN, Lenticulina gr. prima (d'ORBIGNY), Lenticulina cf. L.acutiangulata (TERQUEM) et des Ostracodes.

- Toarcien supérieur - Aalénien -

. D'une épaisseur de 12 m, le Toarcien comporte, de bas en haut :

- une série marneuse déterminant un replat couvert de végétation où ne transparaissent que les formations marno-calcaires qui y sont interstratifiées,

- des calcaires gris-noir, légèrement argileux, sublithographiques, sonores au choc, en bancs de 20 cm de puissance, à interbancs marno-schisteux réduits (c). (Pl.22 fig.41).

G.CASTANY a trouvé, dans cette séquence : Hildoceras sublevisoni FUC.

Ces calcaires, épais de 5 m, forment ressaut dans la topographie et passent, en continuité de sédimentation, aux formations suivantes.

. L'Aalénien, épais de 12 m environ, est constitué de calcaires noirs, à gros silex, en bancs de 10 à 20 cm, séparés par des lits de marnes schisteuses (d) (Pl.23 fig.42). Il contribue, avec le Toarcien supérieur et le Dogger, à former, dans la topographie, un léger escarpement au-dessus des calcaires marneux et marnes du Toarcien.

G.CASTANY a découvert, à ce niveau, Leioceras opalinum REIN., Ammonite de zone de l'Aalénien.

Microfaciès : Le Toarcien et l'Aalénien, bien caractérisés par la macrofaune, paraissent, en revanche, difficiles voire impossibles à distinguer l'un de l'autre à l'aide des microfaciès.

Ils correspondent à des micrites argileuses à rares grains de silice, qui renferment des "filaments" courts (ab.), des débris d'Echinodermes (r.), des Radiolaires (r.), des Lagenidae, notamment des Lenticulines (tr.) et des Ostracodes (r.). La trace d'une action des fouisseurs est nettement visible en plaque mince.

- Bajocien - Bathonien -

En continuité de sédimentation avec l'Aalénien, épais de 16 m environ, ces étages sont formés de calcaires lithographiques gris à gris-verdâtre, indurés, en dalles de 20 cm environ, séparés par de très minces lits de marnes schisteuses grises (e).

La série se termine par un banc, extrêmement consolidé, de calcaire argileux, gris-jaunâtre, à patine jaune.

- Callovo-Oxfordien inférieur -

Epais de 100 m, il est formé d'alternances de calcaires argileux en bancs de 20 à 50 cm et de marnes couvertes d'éboulis et de végétation.

G.CASTANY y signale : Hibolites astatus BLAINV., Aptychus sp., Rhynchonella aff. trigona,,ainsi que quelques Huîtres.

J'y ai ramassé Posidonia alpina (GRAS).

Microfaciès : La série allant du Bajocien au Callovo-Oxfordien inférieur présente des microfaciès homogènes : des calcaires plus ou moins argileux, parfois à inclusions de granules de silice, sont riches en "filaments" (et par place littéralement bourrés de ces "filaments"), généralement grêles, souvent longs et arqués, et renferment des spicules polyaxones de Spongiaires (tr.), des débris d'Echinodermes (r.), des Radiolaires (r.), des Globochaete (tr.), des Spirillina (r.), des Lenticulines (tr.) et des Nodosaria (tr.). (Pl.77 fig.148).

Nous avons, là, une série peu subsidente, à la différence du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif où elle était plus épaisse et de faciès plus "profond" (abondance des Radiolaires).

- Oxfordien supérieur -

Epais de 18 m environ, il offre le faciès typique que je lui connais plus au Nord, tant au Bent Saïdane qu'au Zaghouan, au Ressas ou au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, celui d'une brèche intraformationnelle, rouge lie-de-vin, interstrarifiée, à la base, de marnes schisteuses rouges (g).(Pl.23 fig.43).

L'extrême base de la série est difficilement observable en raison de nombreux éboulis masquant le contact Oxfordien inférieur - Oxfordien supérieur, mais il semblerait qu'un début de rubéfaction affecterait les derniers bancs marneux de l'Oxfordien inférieur (cf. Djebel Staa). Le sommet, en revanche, est relativement net, puisque, aux faciès rutilants fait suite une série de calcaires micritiques gris.

Dans les niveaux rouges, les fossiles sont très nombreux, plus ou moins roulés et présentent des indices nets de remaniement "in situ" (absence de tests, ornementation usée) (Pl.24 fig.44).

A.BIELY et M.RAKUS signalent, à la base, la présence d'Ammonites du Callovien supérieur : Reineckia (Kellawaysites sp.), Oppelia (oxycerites) sp.. On peut se demander si ces formes sont en place ou remaniées ?

G.CASTANY décrit, dans les faciès rouges (niveau 7) : Phylloceras (Holcophylloceras) mediterraneum NEUMAYR, Sowerbyceras tortisulcatum d'ORB., Oppelia aroica OPP., Perisphinctes simoceroides FONT., Perisphinctes birsmendorfensis MOESCH, Perisphinctes cf. rhodanicus DUM., Perisphinctex biplex SOW., Ataxioceras sp.

Cette association caractérise la zone à Gregoryceras (Peltoceras) transversarium - partie inférieure de l'Oxfordien supérieur (ex. "Argovien").

A un niveau plus élevé (niveau gris), G.CASTANY signale : Epipeltoceras bicristatum (QUENST.), fossile de zone de la partie supérieure de l'Oxfordien supérieur (ex. "Séquanien").

Microfaciès : J'ai retrouvé le faciès classique de calcaire argileux, à "intraclasts", à trame rougeâtre, avec spicules monaxones (r.), débris d'Echinodermes (r.), Gastéropodes, sections d'Ammonites, Radiolaires (r.), Globochaete (r.), "Protoglobigérines" (f.) notamment Globigerina cf. oxfordiana GRIGELIS et G.dagestanica MOROZ, Lenticulines (tr.), Spirillines (tr.), Pseudoglandulina sp., Frondicularia sp. et Epistomina sp. (Pl.77 fig.149).

Dans l'horizon à Epipeltoceras bicristatum, aux "Protoglobigérines" se joignent les Saccocoma.

- Kimméridgien - Tithonique -

Epais de 88 m, il présente, successivement, trois faciès distincts :

- à la base, un ensemble de calcaires lithographiques gris clair, à patine grise, en bancs de 20 cm bien différenciés, à inter-bancs réduits de marnes olives,

- au-dessus, un ensemble de calcaires lithographiques s'apparente aux brèches intraformationnelles de l'Oxfordien supérieur mais, ici, la teinte est grise plus ou moins rougeâtre, tachetée de roux ; ces calcaires se présentant en bancs de 10 à 80 cm de puissance bien individualisés, constituent la falaise aboutissant à la cote 626,

Ce dernier ensemble se termine contre une faille.

- au sommet, une série épaisse de 72 m, environ, présente de larges alternances d'épisodes calcaires et marno-calcaires : marnes vert-olive et calcaires gris-noir à patine gris foncé, à pâte lithographique.

La séquence se termine par un ensemble à dominante marneuse. Le passage au Berriasien-Valanginien s'effectue, de façon progressive, par enrichissement en matériel calcaire.

Microfaciès : J'ai observé des calcaires micritiques argileux, et des calcaires bioclastiques (biosparites) qui renferment les organismes suivants : Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (ab.), notamment sections de Saccocoma en forme de diapason, sclérites d'Holothuries, spicules de Spongiaires (tr.), Globochaete (ar.), Gastéropodes (r.), sections d'Ammonites et d'Aptychus (r.), Lenticulina sp. (tr.), Spirillina sp. (tr.), Radiolaires (ar.) notamment Stauralastrum sp., Rhopalastrum sp., Xiphosphaera sp., Coenosphaera sp., Carposphaera sp., fibrosphères (Pl.78 fig.151).

Les Tintinnoïdiens apparaissent dans la moitié supérieure de la série : Crassicolaria parvula REMANE, Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Stenosemellopsis hispanica (COLOM), "Calpionella undelloides" COLOM.

Les calcaires qui renferment ces Tintinnoïdiens sont souvent noduleux : les nodules sont soulignés d'un film d'oxyde de fer. Ce type de faciès peut s'expliquer par une induration précoce de certaines parties de la roche et par des dissolutions postérieures au dépôt ("subsolutions" d'HOLLMANN 1962, 1964) (Pl.79 fig.152).

Comme nous le voyons, le Jurassique supérieur se développe, ici, sous des faciès pélagiques mésogéens classiques, déjà vus au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif. Mais, à l'inverse du Dogger-Callovien, les épaisseurs sont nettement plus fortes que dans le Bou Kornine.

- Berriasien -

Echantillonné sur une dizaine de mètres, essentiellement calcaire, il est constitué de calcaires gris-clair, à patine jaune, à pâte lithographique, en bancs de 20 à 40 cm, à interbancs marneux réduits.

Microfaciès : Les organismes que j'ai rencontrés dans les échantillons sont les mêmes que ci-dessus, sauf en ce qui concerne l'association de Tintinnoïdiens qui me permet de penser que nous sommes déjà dans le Berriasien : Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Tintinnopsella cadischiana COL., Calpionella alpina LORENZ et Calpionella elliptica CADISCH.

CONCLUSIONS PARTIELLES CONCERNANT LES CHAINONS JURASSIQUES -

L'Hettangien a été reconnu, seulement, dans un compartiment faillé, au Djebel Ressas.

Le Sinémurien et le Pliensbachien inférieur, observés dans tous les affleurements, présentent une grande homogénéité des faciès dans les Chaînons jurassiques : ces étages qui constituent une série massive, bien marquée dans la topographie, correspondent à des calcaires et à des calcaires dolomitiques riches en Algues.

Le Domérien, plus ou moins complet, est représenté par des calcaires bioclastiques à débris d'Echinodermes et Foraminifères. Il présente souvent, à sa base ou/et à son sommet, des "hard-ground" ferruginisés.

Le Toarcien inférieur est absent dans tous les Chaînons sauf au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif.

Le Toarcien supérieur est formé de marnes et de calcaires à filaments, tandis que l'Aalénien correspond à des calcaires à silex et à des marnes feuilletées.

Le Bajocien et le Bathonien, subsidents et présentant des niveaux de conglomérats au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, correspondent, dans les autres massifs, à des séries calcaires minces et parfois laminées.

Le Callovo-Oxfordien inférieur est formé de calcaires argileux et de marnes ; l'épaisseur maximale s'observe toujours au Bou Kornine d'Hammam Lif.

L'Oxfordien supérieur présente, dans tous les Chaînons, un faciès "ammonitico rosso" caractéristique avec des microfaciès à "Protoglobigérines".

Le Kimméridgien-Tithonique montre, en revanche, des faciès variés : un faciès "récifal" de calcaires massifs construits dans la partie est du Zaghouan, au Djebel Ressas et aux Djebels Sidi Salem et Mecella, un faciès "mixte" avec bancs calcaires à interbancs marneux réduits dans la partie ouest du Zaghouan, enfin un faciès pélagique de calcaires et de marnes à organismes planctoniques dans les autres affleurements des Chaînons jurassiques (cf. Tab.8).

Faciès du Kimmeridgien – Tithonique

Faciès pararecifal

Faciès mixte

Faciès pélagique

Série stratigraphique du Jurassique de Tunisie
(Région N-E)

Sous-systèmes	Etages	Zones d'Ammonites effectivement reconnues	Chaînons jurassiques				Affleurements à l'Ouest des chaînons	
			Dj. Bou Kornine d'Hammam lif	Dj. Zaghouan Poste optique Kef El Orma	Dj. Staa	Dj. Zaress	Dj. Oust	Dj. Bou Kornine de Pont du Fahs
Crétacé inférieur	Berriasien	*Neolissoceras grasi*	biomicrites à Tintinnoïdiens	Lacune		Biomicrites légèrement argileuses à Tintinnoïdiens.	Biomicrites argileuses à Tintinnoïdiens.	Zone couverte
Malm	Tithonique	*Virgatosphinctes transitorius*	biomicrites à Tintinnoïdiens = *Crassicolaria* et *Calpionella*	Biolithites à Algues, Coelentérés Hydrozoaires, Rudistes, Nérinées, Crustacés et Serpules	Alternance de biodismicrites graveleuses et de biomicrites à Tintinnoïdiens et *Saccocoma*	Biomicrites à Tintinnoïdiens = *Crassicolaria* et *Calpionella*	Biomicrites à Tintinnoïdiens = *Crassicolaria* et *Calpionella*	Zone couverte
	Kimméridgien	*Streblites lithographicus*	biomicrites à articles de *Saccocoma*, *Aptychus*, Radiolaires et *Globochaete*.			Biomicrites à biosparites à articles de *Saccocoma*, *Aptychus*, Radiolaires et *Globochaete*	Biomicrites argileuses à articles de *Saccocoma*, *Aptychus*, Radiolaires et *Globochaete*	Biomicrites argileuses à articles de *Saccocoma*, Radiolaires et *Globochaete*
	"Sequanien" Oxfordien supérieur	*Epipeltoceras bicristatum*	Calcaires noduleux rouges = biomicrites à Radiolaires, *Globochaete* et Protoglobigérines. Oligiste (?)	Calcaires noduleux rouges = biomicrites à "Protoglobigérines," sections d'ammonites, et d'*Aptychus*, Echinodermes Mollusques, Radiolaires et *Globochaete*. Oligiste (?). Léger remaniement des niveaux sous-jacents.		Calcaires noduleux rouges = biomicrites à "Protoglobigérines," Ammonites, *Aptychus*, Echinodermes, Mollusques, Radiolaires et *Globochaete*. Oligiste (?)	Micrites argileuses à taches d'oligiste (?). Radiolaires (ab) parfois chloritisés, *Aptychus*, Echinodermes, Mollusques et *Globochaete*.	Argile micritiques à taches d'oligiste (?) – Radiolaires parfois chloritisés, Spicules et débris d'Echinodermes (tr.)
	"Argovien"	*Gregoryceras transversarium*						
Dogger	Callovo Oxfordien inf.	pas d'ammonites signalées	Biomicrites argileuses à "microfilaments" et Radiolaires. 2 niveaux de conglomérats granoclassés à galets exclusifs de Lias moyen et ciment à "microfilaments" dans le Bathonien.	Biomicrites peu argileuses, à "microfilaments" zonés à bordure dentelée. Radiolaires et *Globochaete* (Présence de failles)	Série calcareo-marneuse peu subsidente	Biomicrites plus ou moins argileuses, à "microfilaments", rares Radiolaires, et *Globochaete*	Biomicrites argileuses à "microfilaments" zonés à bordure dentelée, Radiolaires (ab) et *Globochaete*	Biomicrites silicifiées à "microfilaments" zonés à bordure dentelée, Radiolaires (ab) et *Globochaete*
	Bathonien	*Calliphylloceras disputabile* *Morphoceras multiforme*						
	Bajocien	*Sphaeroceras brongniarti*	Biomicrites argileuses à "microfilaments", Radiolaires et *Globochaete* (r)	Biomicrites argileuses à "microfilaments", Radiolaires et *Globochaete*		"Microfilaments" courts et raides	? (présence de failles)	? (Failles, zone couverte)
	Aalénien	*Ludwigia murchisonae* *Leioceras opalinum*						
	Toarcien Supérieur Inférieur	*Hildoceras bifrons*	Biomicrites argileuses à débris phosphatés et *Lagenidae*	Lacune		Lacune	Lacune	"microfilaments" courts et raides
Lias	Pliensbachien Supérieur Domerien	*Seguenziceras algovianum* *Lytoceras bettonii*	Biomicrites argileuses à débris d'Echinodermes, *Lingulina* gr. *tenera*, Lenticulines, Spirillines etc.	Dismicrites graveleuses à *Turrispira* sp. Lacune ?		Biodismicrites à débris d'Echinodermes, Mollusques, *Lingulina* gr. *tenera*, *Lenticulina* gr. *prima*	Biosparites à débris d'Echinodermes, *Lingulina* gr. *tenera*, *Lenticulina* gr. *prima*, *Epistomina* aff. *marginata*, *Involutina liassica*	Biomicrites à débris d'Echinodermes et de Mollusques, *Lingulina* gr. *tenera*, *Lenticulina* gr. *prima* et *Involutina liassica*
	Pliensbachien Inférieur	*Oxynoticeras* des zones à *Uptonia jamesoni* et *Tragophylloceras ibex*	Dolomicrites à dolosparites. Niveaux à oolithes et pellets très recristallisés (zone faillée et couverte) les microfaciès typiques du Pliensbachien inférieur ont été trouvés à l'état de galets dans les conglomérats bathoniens	Peldismicrites, parfois graveleuses, à Algues : *Palaeodasycladus mediterraneus*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Solenopora* cf. *liasica*, *Pycnoporidium liasicum*. Dolomitisation dans la partie inférieure. Faille		Peldismicrites, parfois graveleuses ou oolithiques, à *Palaeodasycladus mediterraneus*, *Thaumatoporella parvovesiculifera* et *Cayeuxia* sp. Dolomitisation à la base Faille	Peldismicrites, parfois graveleuses, à *Palaeodasycladus mediterraneus*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Solenopora liasica* Spongiostromata : *Pycnostroma* sp. et Foraminifères	Biomicrites à biomicrosparites à Radiolaires, Spicules et débris d'Echinodermes.
	Sinémurien							
	Hettangien							

CHAPITRE II

AFFLEUREMENTS SITUES A L'EST DES CHAINONS

A la différence des Chaînons jurassiques, qui constituent un alignement discontinu de massifs importants, les affleurements situés à l'Est des Chaînons sont de petite dimension et sont disposés en ordre dispersé entre l'axe des Chaînons et le golfe d'Hammamet.

Nous allons, successivement, examiner, du Nord au Sud :

A - Hammam Jedidi

B - Hammam Zriba

C - Oued Siguet Nilla

D - Djebel Mdeker

E - Djebel Garci

A - /HAMMAM JEDIDI/ -

1 - GENERALITES -

Les affleurements jurassiques d'Hammam Jedidi - Djebel Azrek sont situés à 50 Km au Sud-Est de Tunis.

Ils font partie d'un groupe de chaînons de direction NE-SW séparant la plaine de Bou Ficha - Hammamet à l'Est, de la plaine d'effondrement de Sainte-Marie du Zit - Zaghouan, à l'Ouest.

Le Jurassique affleure en deux endroits : un lambeau exigu de Lias inférieur et moyen constitue le petit mamelon qui s'élève au Sud d'Hammam Jedidi - Feuille de Bou Ficha au 1/50 000 ; c'est le "piton du Hammam" qui se trouve au contact du Trias salifère : le long de ce contact jaillit une source thermale importante.

Au Nord Est d'Hammam Jedidi, et constituant un prolongement du même pli, se dresse le piton du Djebel Azrek qui montre une série jurassique plus complète.

L'altitude atteint 256 m au sommet du Djebel Azrek et la différence de niveau la plus importante ne dépasse pas 200 m.

2 - HISTORIQUE -

En 1873, E.FUCHS signale l'existence à Djeradou de "calcaires semi-cristallins fossilifères qui se rangent dans le Lias moyen" (57). Il s'agit, là, du lambeau calcaire de Jedidi baptisé du nom de la localité la plus proche.

F.AUBERT publie, en 1892, "la carte géologique provisoire de la Tunisie" dans laquelle il figure, sous la lettre J, l'affleurement d'Hammam Jedidi. Le texte explicatif précise que l'auteur distingue un "horizon inférieur" sans désignation d'étage, où il range, notamment, le Jurassique de Jedidi et un "horizon supérieur" allant de l'Oxfordien supérieur au Tithonique inclus (1).

M.SOLIGNAC consacre, en 1927, un paragraphe de sa thèse au Jurassique d'Hammam Jedidi (101).

Il reconnaît la présence du Lias au piton du Hammam et celle de l'Aalénien au Djebel Azrek où il découvre Harpoceras opalinum REIN.

Il décrit une 'fausse' brèche identique à celle du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif.

Il présente, enfin, une hypothèse tectonique.

En 1955, G.CASTANY publie son ouvrage sur les extrusions jurassiques de Tunisie. Il figure, sur ses cartes, en Jurassique, l'affleurement de Jedidi mais ne le décrit pas dans son texte (42).

En 1963, dans le cadre des études entreprises par la S.E.R.E.P.T. dans les Massifs jurassiques de la Tunisie septentrionale et centrale, une première coupe géologique est réalisée sur le flanc sud ouest du Djebel Azrek. Elle démontre l'existence, en ce point, de Jurassique supérieur (J.M.MASSIN, J.BONNEFOUS) (15).

J.M.MASSIN et S.FLORIDA de l'Office National des Mines de Tunisie effectuent en 1964, une importante étude stratigraphique et tectonique sur le Djebel Azrek. Ils publient leurs résultats principaux en 1969 (56). J'ai étudié les nombreux échantillons recueillis au cours de leurs travaux, et j'ai pu reconnaître le Domérien, le Callovo-Oxfordien inférieur, l'Oxfordien supérieur et le Berriasien.

Enfin, en 1970, M.RAKUS et A.BIELY décrivent une faune d'Ammonites du Carixien (Pliensbachien inférieur) récoltée dans le Djebel Azrek (93).

3 - COUPES STRATIGRAPHIQUES -

. Le Djebel Azrek (cf. fig.34) -

Anticlinal complexe à coeur liasique, le Djebel Azrek est morcelé par de très nombreux accidents, de sorte qu'il est très difficile de reconstituer la série stratigraphique.

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

Ces étages se présentent sous le faciès, classique dans le Nord de la Tunisie, de calcaires massifs gris-bleuté, graveleux, en bancs métriques mal différenciés (a).

L'épaisseur, visible à l'affleurement, est de 40 m environ.

M.RAKUS et A.BIELY ont récolté, au sommet de la série, des Ammonites phosphatées mal conservées : Juraphyllites sp., Crucilobiceras sp., Coeloderoceras sp., Tropidoceras cf. calliplocum (GEMMELLARO).

Cette faune indique le Carixien (Pliensbachien inférieur).

Microfaciès : Les calcaires sont graveleux ou renferment des "pellets" ; ils sont fortement recristallisés en sparite et ont livré quelques Thaumatoporella sp., de très rares débris de Mollusques et quelques Foraminifères : Verneuilinidae ou Valvulinidae.

- Pliensbachien supérieur : Domérien -

Il comprend, successivement, de bas en haut :

- des calcaires bioclastiques macroscopiquement très semblables aux précédents dont l'épaisseur est de 3 m,

- des calcaires gris-noirâtre, à pâte fine, en bancs de 0,15 à 0,30 m, à interbancs marno-calcaires formant retrait.

Cette formation est couronnée par un banc identique de 0,80 m de puissance, qui marque dans la topographie. L'épaisseur de la séquence est de 7 m environ (b).

Microfaciès : Les calcaires sont bioclastiques (biosparite), parfois glauconieux, à fréquents débris d'Echinodermes, Lingulina tenera BORNEMAN et Lenticulina gr. prima (d'ORBIGNY).

- Toarcien - Aalénien - Callovo-Oxfordien inférieur -

L'observation de ces étages est rendue difficile du fait de la tectonique et du caractère peu induré des sédiments : les séries tendres sont coincées entre les deux masses rigides du Lias et du Jurassique supérieur.

Le Toarcien et l'Aalénien n'ont pu être reconnus par nous, mais on se rappelle la découverte, faite par M.SOLIGNAC, de Harpoceras opalinum REIN., Ammonite de zone de l'Aalénien.

Le Callovo-Oxfordien inférieur, qui a été mesuré sur 12 m, est représenté par des alternances de calcaires gris-bleuté à jaunâtres en bancs dont l'épaisseur décroît de bas en haut (0,80 m à 0,05 m) et de marno-calcaires grumeleux, noduleux, de teinte gris-jaunâtre ou rosée (c).

Microfaciès : Les micrites renferment d'abondants "filaments" minces, longs et recourbés, de très rares Lagenidae, des Globochaete, des Radiolaires et des sclérites d'Holothuries.

Localement, les plaques minces sont bourrées de baguettes de quartz néogénétiques.

- Oxfordien supérieur -

Il comporte deux termes :

- à la base, des calcaires argileux gris, à pâte fine, en bancs parfois noduleux de 10 à 15 cm de puissance, séparés par de minces intercalations marno-calcaires formant retrait. L'épaisseur est de 2 m.

En plaques minces, on retrouve le microfaciès caractéristique à abondantes "Protoglobigérines".

- au-dessus, fait suite une série de marnes et de calcaires argileux, en petits bancs de 10 à 15 cm, dont l'épaisseur atteint 5 m environ (d).

Nous ne retrouvons donc pas, ici, le faciès "ammonitico rosso" observé dans les Massifs jurassiques mais la constance du microfaciès me permet de dire que nous sommes bien dans le même niveau.

- Kimméridgien - Tithonique -

Il est formé, successivement, par :

- des calcaires gris-bleuté, en bancs bien différenciés de 15 à 20 cm, séparés par de minces niveaux marno-calcaires,

- une série plus massive de calcaires, parfois bioclastiques ou graveleux, en bancs de 0,50 à 1 mètre.

L'épaisseur de l'ensemble est de 35 m environ (e).

Microfaciès : Deux microfaciès alternent régulièrement dans la coupe :

- des micrites, à nombreux filonnets de calcite et quartz de néogenèse qui ont livré des Tintinnoïdiens : Crassicolaria sp., Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), des débris d'Echinodermes, notamment des Saccocoma (r.), des débris d'Ammonites, des Aptychus, des Radiolaires, des Globochaete, des Lenticulines et des Spirillines (Pl.79 fig.153).

Il s'agit donc, là, d'un faciès à caractère pélagique.

- des calcaires bioclastiques (biosparites et biomicrites), parfois graveleux, recristallisés, à quartz de néogenèse, qui renferment

des Spongiostromata, des Dasycladacées Clypeina sp., Cayeuxia gr. moldavica FROLLO, des Hydrozoaires, des Bryozoaires ?, des Echinodermes notamment des Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques, des débris de Crustacés, des Trocholines, Lenticulines, Ophthalmidiidae, Aeolisaccus sp. et rares Calpionelles parfois encroûtées (Pl.80 fig.154 et 155). L'échantillon DAS L 991 montre des oolithes en voie de formation.

Nous retrouvons, ici, les faciès "construits" du Kef el Orma.

Le dépôt des sédiments du Jurassique supérieur de l'Azrek a dû correspondre à de véritables "pulsations" d'un faciès pélagique au sein d'une masse "périrécifale".

- Berriasien -

Il est formé par des calcaires noduleux, gris-bleuté, en bancs de 10 à 15 cm de puissance, séparés par de minces interbancs marno-calcaires (f.). Cet ensemble constitue un replat dans la topographie et tranche nettement sur la formation calcaire sous-jacente.

L'épaisseur du Berriasien est de 12 m environ.

Microfaciès : le Berriasien correspond à des biomicrites à débris d'Echinodermes notamment des Crinoïdes pélagiques, des spicules polyaxones de Spongiaires, des Ammonites, des Aptychus, des Globochaete, des Radiolaires et des Spirillina sp.

Les Tintinnoïdiens sont fréquents : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Tintinnopsella cadischiana COLOM, Coxliellina berriasiensis ? COLOM, "Calpionellites neocomiensis" COLOM (Pl.81 fig.156).

Cette association caractérise le Berriasien qui est séparé du Valanginien marneux par une brèche tectonique.

. Le Piton du Hammam -

J'ai prélevé différents échantillons dans les calcaires gris bleuté, en gros bancs tectonisés, du mamelon proche d'Hammam Jedidi.

Les microfaciès montrent une micrite graveleuse ou à "pellets", très recristallisée, où je n'ai pu mettre en évidence les Algues caractéristiques du Lias inférieur et moyen. Il s'agit, cependant, probablement, du Sinémurien-Pliensbachien inférieur.

B - /HAMMAM ZRIBA/ -

1 - GENERALITES -

A quelques kilomètres à l'Est du Djebel Zaghouan, se situe l'affleurement jurassique de l'Hammam Zriba. Il se présente sous forme d'une table calcaire de dimension réduite - 900 m de long, 200 m de large - profondément entaillée par l'Oued el Hammam qui y détermine une gorge profonde aux parois verticales. C'est seulement à la faveur de ce creusement que le Jurassique affleure (Pl.26 fig.47, Pl.24 fig.45).

Relativement peu faillé dans sa masse, ce panneau jurassique constitue un léger bombement anticlinal d'axe NE-SW, surmonté d'un ensemble calcaréo-marneux Crétacé-Eocène (Campanien à Lutétien), et tronqué aux deux extrémités ENE et WSW par un jeu de failles qui amènent le Jurassique en contact anormal avec les formations marneuses et marno-calcaires du Campanien-Maastrichtien.

Rappelons que c'est à la sortie orientale des gorges que se situe la source thermale chlorurée sodique et sulfatée calcique de l'Hammam Zriba.

2 - HISTORIQUE -

Les formations calcaires de l'Hammam Zriba ont été attribuées au Lias par L.PERVINQUIERE en 1903 (85), au Lias moyen par M.SOLIGNAC, en 1927, qui note une similitude de faciès avec les calcaires de la "masse principale du Zaghouan" (101).

Plus récemment, J.BOLZE,y découvrait Heterodiceras luci DEFR. et quelques Nérinées et datait du Tithonique l'ensemble de la série.

3 - ETUDE STRATIGRAPHIQUE -

La coupe, effectuée dans la gorge, couvre 80 m de série. Elle fait apparaître une superposition du Campanien supérieur sur le Tithonique (cf. fig.35).

- Tithonique -

Mesuré sur 73 m, il présente un faciès monotone de calcaires graveleux ou à "pellets", de couleur grisâtre, en gros bancs métriques mal différenciés. Les silex y sont rares.

Microfaciès : Le Tithonique est représenté par des calcaires à Algues et Foraminifères, graveleux ou à "pellets", cimentés par un carbonate de texture fine (micrite) et recristallisé par plages, s'enrichissant vers le haut en quartz de néogenèse. Ces derniers deviennent de grande taille au voisinage des poches minéralisées.

Les Algues, que j'ai fréquemment rencontrées dans cette série, sont des Codiacées, surtout des Cayeuxia : l'échantillon DAS L 610 m'a livré Cayeuxia piae FROLLO ; on note plus rarement des Lithoporella (DAS L 608), Pianella gr. angulata ou n. sp. (DAS L 613) et Garwoodia n. sp. (DAS L 616) (Pl.81 fig.157). On remarque, encore, quelques sections de Gastéropodes, notamment des Nérinées.

La microfaune, où dominent les Ophthalmidiidae, est constituée, en outre, par des Textulariidae, des Verneuilinidae ou des Valvulinidae, des Spirillina sp., de petites Trocholines (DAS L 613). L'échantillon DAS L 608 m'a fourni de bonnes sections d'une variété globuleuse de Pseudocyclammina lituus (YOKOYAMA).

On constate, donc, que ce Tithonique présente, à Hammam Zriba, des faciès fort différents de ceux connus à proximité (11 km) dans le massif du Zaghouan (Kef el Orma).

La texture de la roche me rappelle, en revanche, de façon frappante, celle des calcaires à Algues du Lias inférieur et moyen du Djebel Staa, au Zaghouan. Nous avons, là, une curieuse convergence de faciès. Il semble que nous soyons en présence d'un Tithonique très particulier correspondant à une algueraie marine, probablement établie sur un haut fond. Ce haut fond a dû émerger à la fin du Tithonique et le rester jusqu'à la transgression marine du Campanien supérieur. Une telle émersion a, probablement, favorisé un ravinement intense de la surface des calcaires jurassiques, ce qui a dû permettre la formation des poches de fluorine et de barytine actuellement intercalées entre le Tithonique et le Campanien.

L'Office National des Mines de Tunisie qui exploite la fluorine du gisement a, d'ailleurs, mis en évidence par carottages et méthodes géophysiques, l'existence, sur la surface du Tithonique, d'un réseau hydrographique fossile et montré que la zone minéralisée était plus épaisse au niveau de ces "vallées".

- Campanien supérieur à Maastrichtien inférieur -

Séparés seulement du Jurassique par les poches minéralisées, et sans discordance angulaire apparente, se développent, au-dessus, des calcaires argileux gris, en bancs de 15 à 20 cm bien différenciés, à interbancs marneux réduits.

Le microfaciès me permet d'attribuer un âge Campanien supérieur à Maastrichtien inférieur à la formation : c'est une micrite argileuse à Gumbelina sp. (ab.), Globotruncana linnei (d'ORBIGNY) (f.), Globotruncana gr. stuarti (de LAPPARENT) (af.), Globotruncana arca (CUSHMAN), Glt. cf. ventricosa WHITE, Glt. cf. fornicata PLUMMER, Rugoglobigerina sp. (f.), prismes d'Inocérames (f.).

Nous constatons l'importance de la lacune mise en évidence à Hammam Zriba où le Campanien supérieur repose directement sur le Tithonique : il manque ici, tout le Crétacé inférieur et la plus grande partie du Crétacé supérieur.

C - /OUED SIGUET NILLA/ -

J.M.MASSIN m'a procuré, en 1964, des échantillons provenant d'une région voisine de l'Oued Siguet Nilla, entre le Djebel Zaghouan (3 km au Sud Est) et le dome d'Hammam Zriba (cf. figure 36).

Ces trois échantillons provenant de blocs de grande taille présentent les microfaciès typiques du Tithonique à faciès "récifal" : des biosparites renferment des Algues concrétionnées : Spongiostromata centrées sur le Foraminifère Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI ; celles-ci sont accompagnées de Cayeuxia sp., de Mollusques divers, d'Hydrozoaires, de Polypiers solitaires et de Miliolidae. La roche est recristallisée (Pl.62 fig.158).

On peut envisager deux hypothèses à la suite de cette découverte :

. Première hypothèse :

Les blocs proviendraient du Zaghouan et auraient été roulés par les eaux météoriques jusqu'à leur emplacement actuel,

. Deuxième hypothèse :

Il y aurait, dans cette région, un horst enterré du type de celui d'Hammam Zriba.

D - /DJEBEL MDEKER/ -

Le Djebel Mdeker, qui atteint l'altitude de 501 m, est situé à 14 km au Nord Ouest d'Enfidaville.

1 - HISTORIQUE -

En 1951, G.CASTANY signale, de façon sommaire, la présence de Jurassique supérieur au Djebel Mehjoul - Mdeker sans apporter d'arguments paléontologiques (38).

Il écrit : "au coeur de l'anticlinal, on observe des calcaires du Jurassique qui doivent être attribués, selon toute vraisemblance, au Kimméridgien-Portlandien" - "Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental" p.127.

En revanche, il décrit, en détail, les séries du Crétacé.

J.BONNEFOUS et A.LAZAAR étudient l'affleurement du Djebel Mdeker en 1965 ; le premier nommé reconnaît, à la suite de l'étude des microfaciès, l'Oxfordien supérieur, le Kimméridgien-Tithonique inférieur et le Tithonique supérieur (14).

2 - STRATIGRAPHIE -

Il n'est pas question d'établir une coupe stratigraphique dans cet affleurement très disloqué, mais de décrire les faciès observés ponctuellement.

D'anciennes galeries et puits de mines situés sur le flanc sud est de la montagne, nous ont permis de découvrir les faciès suivants :

- des calcaires noduleux rougeâtres, avec Ammonites (JBS 65-73). Le microfaciès est typique de l'Oxfordien supérieur ("Argovien") : dismicrite à inclusions locales de rhomboèdres de dolomite, renfermant des "Protoglobigérines" (af.), des débris de Mollusques notamment des Ammonites (ar.), des Spirillina à épaississement médian (tr.) et des Lagenidae (tr.).

- En contact par faille avec ce faciès, j'ai observé, sur 5 à 6 m, une dolomicrosparite à inclusions et imprégnations diffuses de limonite, tout à fait semblable à celles rencontrées dans la partie supérieure de la coupe (JBS 65-75).

- J'ai échantillonné, également près d'un puits de mine voisin, une brèche tectonique à éléments monogéniques anguleux (JBS 65-76), de biomicrosparite à biosparite renfermant de nombreuses sections de Coelentérés, Echinodermes, Mollusques, Spongiomorphidae et Algues. Les Foraminifères représentés sont des Lituolidae et des Trocholines : Trocholina alpina (LEUPOLD). On remarque, dans le ciment de texture micritique, la présence de Tintinnoïdiens parmi lesquels j'ai pu reconnaître Tintinnopsella oblonga CAD., Tintinnopsella carpathica (M. et F.) et Tintinnopsella cadischiana COL., association datant le Valanginien (Pl.83 fig.160 et 161).

- Dans une galerie de mine située légèrement plus au Nord et au-dessus de celle qui m'a fourni l'échantillon JBS 65-73 de l'Oxfordien, j'ai observé un calcaire noduleux jaunâtre visiblement en place, dont le microfaciès est typique : une biomicrite à mouchetures de pyrite oxydée renferme, en abondance, des sections de Saccocoma (f.) (formes "Lombardia arachnoïdea" et formes "Eothrix"), des Gastéropodes (r.), des Aptychus (r.), des Globochaete (r.), des Textulariidae et des Lenticulines (tr.) - JBS 65-74 (Pl.82 fig.159).

Ce microfaciès m'a permis de rapporter l'échantillon au Kimméridgien-Tithonique inférieur.

Au-dessus de ces galeries et puits de mine, et toujours sur le flanc sud ouest de la montagne, la succession, en affleurement, est la suivante, de bas en haut :

- des calcaires argileux, pseudobréchiques, en petits bancs ; le microfaciès correspondant est une biomicrite à "intraclasts", à gros quartz de néogenèse et joints stylolithiques remplis de limonite, renfermant des Tintinnoïdiens (f.) : Calpionella alpina LORENZ (f.), Crassicolaria sp., Crassicolaria brevis REMANE, Tintinnopsella carpathica (M. et F.) accompagnés d'Aptychus (tr.), de Globochaete (ar.), parfois encore sur leur "rameau", de Spirillina sp. (tr.) et d'Ostracodes (r.).

L'association de Tintinnoïdiens date ces échantillons du Tithonique supérieur.

- La série qui forme le sommet de l'affleurement est constituée par des dolomies cristallines, blanches, en gros bancs massifs. L'épaisseur des bancs croit vers le haut. Au microscope, ces roches correspondent à des dolosparites à rhomboèdres "zonés" et

inclusions de limonite et de pyrite oxydée. Elles renferment de très rares Radiolaires ferruginisés. J'ai noté la présence de "nids" de rhomboèdres géants limonitisés et de filonnets limonitiques. Il s'agit, peut-être, d'un Tithonique supérieur dolomitisé (cf. "Axe Nord-Sud") ou d'un Crétacé inférieur situé au-dessus des faciès à Tintinnoïdiens.

En résumé, nous avons rencontré, au Djebel Mdeker, au sein d'une série dolomitique faillée, des termes discontinus allant de l'Oxfordien supérieur au Valanginien. C'est là un résultat nouveau non signalé, jusqu'à ma publication de 1967 (14), dans la littérature.

E - /DJEBEL GARCI/ -

Le Djebel Garci est situé à 6 km au Sud du Djebel Mdeker.

G.CASTANY l'a figuré en Jurassique dans une planche de son ouvrage "Les extrusions jurassiques en Tunisie", sans autre mention dans le texte (42).

Je n'ai pas pu prouver l'existence de Jurassique au Djebel Garci.

L'échantillonnage effectué par A.LAZAAR puis par moi-même, au Djebel Garci (Hajar el Azrek), correspond à un calcaire bioclastique à nombreuses sections de Coelentérés, Bryozoaires, Lamellibranches et débris d'Echinodermes qui ne serait pas sans rappeler les échantillons 24 de l'Oued Guelta et JBS 65-76 du Mdeker, quoique ne présentant pas, comme dans ce dernier, de Tintinnoïdiens dans le ciment.

Il s'agit probablement, d'échantillons du Crétacé inférieur sous faciès plate-forme ?

CONCLUSIONS PARTIELLES CONCERNANT LES AFFLEUREMENTS SITUES A L'EST DES CHAINONS -

Le Lias inférieur à moyen (Sinémurien - Pliensbachien inférieur), du type de celui observé dans les Chaînons jurassiques, est présent dans le Djebel Azrek (Hammam Jedidi).

Il en est de même pour les calcaires bioclastiques du Domérien qui ont livré leurs microfaciès caractéristiques. Les séries s'étendant du Toarcien au Callovo-Oxfordien inférieur sont représentées à Hammam Jedidi.

L'Oxfordien supérieur bien repéré par microfaciès, ne présente pas le faciès "ammonitico rosso" observé ponctuellement, en revanche, dans le Djebel Mdeker.

Le Kimméridgien-Tithonique est du type "faciès mixte" à Hammam Jedidi et probablement au Mdeker, tandis qu'il est "récifal" à Hammam Zriba où s'observe une discordance du Campanien supérieur sur le Tithonique.

Au Djebel Mdeker, outre l'Oxfordien supérieur, ont été rencontrés le Kimméridgien-Tithonique inférieur, le Tithonique supérieur et le Crétacé inférieur.

CHAPITRE III

AFFLEUREMENTS SITUES A L'OUEST DES CHAINONS

Dans une position symétrique des affleurements orientaux par rapport à l'axe des Chaînons jurassiques, nous trouvons un certain nombre d'affleurements et massifs qui sont, du Nord au Sud :

A - Le Djebel Amar, au Nord Ouest de Tunis,

B - Le Djebel Oust, au Nord Ouest du Zaghouan,

Une série de massifs groupés, proches de Pont du Fahs, comprenant :

C - Le Djebel Aziz,

D - Le Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs,

E - Le Djebel Raouas et le Djebel Bene Klab.

A - /DJEBEL AMAR/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Amar est situé à 15 Km au Nord Ouest de Tunis, sur la rive droite de l'Oued Medjerda.

C'est un demi-dôme présentant une cassure principale orientée NE-SW. Le long de cet accident, qui affecte le coeur du massif, affleure le Trias. Au Sud des masses gypseuses triasiques, la partie méridionale du Djebel Amar est formée d'une série allant de l'Aptien à l'Eocène, avec de nombreux accidents tectoniques (répétitions, décrochements...). Au Nord des formations salifères, le flanc nord-occidental du massif montre, successivement, le Jurassique supérieur (chaîne des Djebels Bou Goufda, Touila et Sakkal) et le Néocomien argileux, carbonaté puis gréseux.

La sédimentation semble continue entre le Tithonique et le Néocomien.

2 - HISTORIQUE -

C'est en 1963 que P.MACOIN, dans sa thèse de 3ème cycle, signale la présence de Tintinnoïdiens du Tithonique au Djebel Amar (72).

S.PINI et F.KCHOUK effectuent de nouvelles recherches dans ce massif en vue d'établir la carte géologique de l'Ariana au 1/50 000 pour le compte du Service Géologique de Tunisie.

L.MEMMI et M.RAKUS, paléontologistes au Service Géologique de Tunisie, déterminent la faune ramassée. J.BONNEFOUS étudie les matériaux de la coupe faite dans le Jurassique du Djebel Amar et la compare avec les autres affleurements jurassiques de Tunisie septentrionale.

Les observations de ces différents géologues font l'objet, en 1966, d'une note commune (17).

3 - COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.37) -

Le Jurassique supérieur est représenté par une barre de calcaire, en bancs presque verticaux ; c'est la ligne des Djebels Bou Goufda, Touila et Sakkal qui s'allonge selon une direction NE-SW, sur près de 5 Km.

Le contact anormal entre le Trias et le Jurassique est particulièrement bien visible à la cote 141 (x = 512.85 - y = 397.55).

On observe, successivement, une série de calcaires argileux rougeâtres ou verdâtres (Callovo-Oxfordien) puis des calcaires gris-bleu (Kimméridgien - Tithonique).

L'épaisseur de l'ensemble est de 480 m.

- Callovo-Oxfordien -

Le Callovo-Oxfordien est constitué par une alternance de calcaires et de calcaires argileux de couleur rougeâtre, vert-olive et grise. Les bancs sont bien lités, leur épaisseur varie de 0,30 à 0,50 m. Cette formation affleure au contact du Trias ; son épaisseur maximum est de 210 m (a).

Les microfaciès me permettent de distinguer deux zones :

- une zone à Radiolaires (1) : elle est constituée de calcaires argileux, micritiques, légèrement siliceux, à Radiolaires parfois abondants : Coenosphaera sp., Dictyomitra sp. ; localement se remarquent quelques fins "filaments", et on note la présence d'oxyde de fer dans les microfissures.

- une zone à Radiolaires chloritisés ou glauconieux (2) : elle est formée de micrites argileuses à très rares inclusions siliceuses, abondants Radiolaires chloritisés ou glauconieux (Coenosphaera sp. associés au sommet à Dictyomitra sp.) et "rares filaments". Les Radiolaires sont parfois un peu aplatis (compaction ?) (Pl.84 fig.162).

J'attribue la zone à Radiolaires (1) au Callovo-Oxfordien inférieur par comparaison de faciès et microfaciès des calcaires rougeâtres du Djebel Amar avec ceux des formations équivalentes, datées par Ammonites, des régions voisines : Dj. Oust, affleurements situés près de Pont du Fahs : Dj. Aziz, Dj. Bou Kornine de Pont du Fahs, Dj. Raouas. La zone à Radiolaires chloritisés ou glauconieux (2) est rattachée à l'Oxfordien supérieur, par comparaison avec les affleurements cités ci-dessus et avec les données micropaléontologiques du forage Cap Bon n°1.

- Kimméridgien - Tithonique -

Les calcaires rougeâtres à Radiolaires passent, en continuité de sédimentation, à des calcaires gris, dont l'épaisseur est de 270 m (b). Ces calcaires, gris foncé à gris-bleuté, sont bien lités, généralement en bancs de 0,10 à 0,40 m (Pl.27 fig.48). Localement, et

dans la moitié inférieure de la série, les bancs peuvent atteindre une épaisseur plus grande (1 m environ). Dans la partie supérieur de la formation, apparaissent des intercalations de calcaires argileux finement et légèrement siliceux ou à quartz de néogenèse. Plus au Nord, les argiles gris foncé du Néocomien succèdent en continuité de sédimentation, semble-t-il, aux calcaires bleus.

En ce qui concerne la macrofaune, une association d'Aptychus a été recueillie dans la partie supérieure de la formation. L.MEMMI, paléontologiste au Service Géologique de Tunisie, y a reconnu : Laevaptychus latus PARKINSON, Punctaptychus punctatus VOLTZ, Aptychus beyrichi OPEL.

Les microfaciès me permettent de distinguer trois zones :

- une zone à Radiolaires (3) : des micrites légèrement siliceuses renferment des Radiolaires parfois abondants (Coenosphaera sp., Dictyomitra sp., rares Staurosphaera et Rhopalastrum). Ces calcaires sont parfois argileux.

- une zone à Saccocoma (4) : à la base, se rencontrent des micrites à Saccocoma, autres débris d'Echinodermes et Globochaete (Pl.84 fig.163) ; au-dessus, des calcaires bioclastiques et graveleux, à abondants débris d'Echinodermes (Crinoïdes), rares Saccocoma et Ostracodes.

- une zone à Tintinnoïdiens (5) : formée de micrites argileuse à Tintinnoïdiens parfois abondants. Notons, localement, la présence de quartz néogénétiques. La microfaune comprend : Calpionella alpina LORENZ, Crassicolaria intermedia DURAND DELGA (observée uniquement à la base de la zone à Tintinnoïdiens) Calpionella alpina LORENZ (observée seule à une trentaine de mètres du sommet de la coupe), Stomiosphaera sp., Globochaete, menus fragments de tests d'Echinodermes et Radiolaires (Coenosphaera).

Les zones (3) et (4) peuvent être rattachées aux faciès classiques du Kimméridgien - Tithonique inférieur du domaine mésogéen. Pour la zone (5), l'association de Tintinnoïdiens décrite appartient à la partie supérieure du Tithonique.

B - /DJEBEL OUST/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Oust dresse, au NW du Zaghouan, son dôme surbaissé dont l'altitude atteint 396 m. Le Jurassique occupe le coeur d'un vaste anticlinal complexe à flancs replissés et faillés constitué de terrains crétacés et tertiaires. "C'est un pli faillé, dissymétrique, coffré, à axe W-E dont le flanc sud est effondré" (G.CASTANY).

Le Lias inférieur et moyen, extrusif, est généralement en contact anormal avec le reste de la série jurassique qui débute par des niveaux plus ou moins élevés du Bathonien à Callovo-Oxfordien inférieur.

2 - HISTORIQUE -

En 1888, G.ROLLAND signale la présence de Tithonique au Djebel Oust après la découverte de fossiles de cet étage par BALDACCI et GEMMELARO (Service Géologique d'Italie) (95).

F.AUBERT (1892) figure, en Jurassique (J), le Djebel Oust sur sa "carte géologique provisoire de la Tunisie" (1). La notice explicative attribue le massif à un "horizon inférieur" sans désignation d'étage (2).

E.HAUG et E.FICHEUR signalent, en 1896, la présence de Lias au Djebel Oust (55).

L.PERVINQUIERE décrit dans sa thèse (1903) (85) et dans ses "études de paléontologie tunisienne" de 1907 (88), une faune d'Ammonites et d'Aptychus du Tithonique supérieur. Cet étage semble se terminer, au Djebel Oust, par une zone très fossilifère correspondant à la zone à Hoplites privasensis attribuée, à tort, au Berriasien.

M.SOLIGNAC apporte, en 1927, (101), de nouvelles précisions sur la stratigraphie du Djebel Oust : il attribue au Lias, sans preuve paléontologique, les calcaires formant le coeur du massif. Il découvre, en revanche, une faune de Crinoïdes et d'Ammonites caractéristiques de l'Oxfordien supérieur (zone à Peltoceras transversarium) dans une assise de calcaires noduleux rouges. Il complète, enfin, la liste d'Ammonites du Tithonique déjà trouvées par F.AUBERT et L.PERVINQUIERE et note la présence de Calpionelles.

G.CASTANY publie, en 1955, dans son ouvrage sur les "extrusions jurassiques en Tunisie", une carte géologique au 1/10 000 et des coupes sériées du Djebel Oust. Il décrit, en détail, la stratigraphie

du massif, confirme l'attribution au Lias des calcaires du coeur de l'anticlinal, complète les listes de fossiles de l'Oxfordien supérieur et du Tithonique (Ammonites et Tintinnoïdiens). Il reconnaît le Berriasien (42).

En 1964-1965, A.LAZAAR fait des coupes topogéologiques dans le Djebel Oust pour le compte de la S.E.R.E.P.T. ; les nombreux échantillons recueillis, font l'objet d'études de laboratoire (J.BONNEFOUS).

Ce dernier auteur fait de nouvelles recherches, dans le massif, en 1965.

M.RAKUS et A.BIELY décrivent, en 1970, des faunes d'Ammonites du Sinémurien supérieur, zone à Echioceras raricostatum et du Pliensbachien inférieur, zone à Tropidoceras masseanum, récoltées dans la partie SE du Djebel Oust (près d'une carrière romaine) (93).

3 - COUPES STRATIGRAPHIQUES (cf. fig.38) -

. Coupe de la carrière (flanc sud) -

Cette coupe a été levée sur le front de taille de la carrière qui a largement entamé le flanc sud du Djebel Oust (Pl.27 fig.49).

La série est constituée de calcaires massifs gris clair, très durs, graveleux ou à "pellets", largement recristallisés par place, et renfermant des quartz de néogenèse. On note, localement, des remplissages filoniens de calcite "fibreuse". L'épaisseur est de 60 m (a).

Parmi les organismes en sections rencontrés dans les plaques minces, on notera :

- des Algues : j'ai retrouvé, ici, l'association Palaeodasycladus mediterraneus (PIA) - Thaumatoporella sp., caractéristique du Lias inférieur et moyen dans les Chaînons jurassiques ; se rencontrent, également, les faciès à grosses "pelotes" d'Algues concrétionnées (probablement Spongiostromata : Pycnostroma n.sp. ?) déjà signalées dans le Lias inférieur et moyen du Zaghouan et du Djebel Ressas.

Ces formes encroûtantes offrent, ici, la particularité d'être parfois fixées sur des fragments de Mollusques (Gastéropodes) (Pl.87 fig.168) ou sur des débris d'Algues : Palaeodasycladus (Pl.85 fig.165, Pl.87 fig.169, Pl.88 fig.170).

J'ai noté, encore, la présence de Solenopora cf. liasica, forme décrite par D.LE MAITRE dans le Domérien du Maroc et que j'ai déjà signalée dans le Pliensbachien inférieur du Djebel Staa (Zaghouan).

- des débris divers : on remarque la présence de rares débris de Mollusques (notamment des Gastéropodes), de quelques radioles d'Oursins et d'Aeolisaccus.

- des Foraminifères et des Ostracodes : à côté des Verneuilinidae et/ou des Valvulinidae communément rencontrés, à ce niveau, dans les faciès des Chaînons jurassiques, j'ai trouvé, ici, des Trochamminidae, des Cornuspira (?) et des Glomospires.

Les valves d'Ostracodes sont présentes mais très rares.

. Coupe du flanc est -

La coupe est située à l'extrémité est du Djebel Oust ; elle s'étend du Lias inférieur à moyen au Kimméridgien.

- Sinémurien (?) - Pliensbachien inférieur - Domérien -

Ces étages sont représentés par des calcaires massifs, gris clair, très durs, à cassure conchoïdale, à pâte fine, comportant de fréquents niveaux à Algues (a'). Les vingt mètres supérieurs de la séquence sont riches en macrofossiles malheureusement difficiles à dégager : Gastéropodes (Nérinées), Lamellibranches et Ammonites (G.CASTANY signale, dans ce niveau, Seguenziceras sp.) et présentent des "hard-ground".

M.RAKUS et A.BIELY ont ramassé, dans ces niveaux, des faunes du Sinémurien supérieur - Lotharingien, zone à Echioceras raricostatum et du Pliensbachien inférieur - Carixien, zone à Tropidoceras masseanum, dans des calcaires à croutes ferrugineuses et nodules phosphatés (93).

On peut se demander si ces Ammonites sont réellement en place (série condensée) ou s'il ne s'agit pas plutôt de faunes remaniées de niveaux sous-jacents ?

Microfaciès : Les microfaciès décrits pour la carrière de l'Oust se retrouvent ici. Les calcaires sont bioclastiques, graveleux ou à "pellets", parfois oolithiques.

J'ai pu déterminer, en ce qui concerne les Algues : Palaeodasycladus mediterraneus (PIA), Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI), Solenopora liasica LE MAITRE.

Sont également présentes les pelotes d'Algues concrétionnées avec, ici, des zones déprimées (cavités sporangiques ?) visibles sur

la surface du corps algaire (Spongiostromata : Pycnostroma n.sp.) (Pl.85 fig.164, Pl.85 fig.165, Pl.86 fig.166 et 167, Pl.87 fig.168 et 169, Pl.88 fig.170 et 171).

On remarque, enfin, la présence de Globochaete parfois en amas.

Les débris d'organismes sont un peu plus diversifiés, ici, que dans la coupe précédente : on y rencontre des débris d'Echinodermes, des spicules monaxones de Spongiaires, des débris de Mollusques servant parfois de centre à des gravelles ou à des oolithes (surtout Gastéropodes mais, également, débris d'Ammonites), des Aeolisaccus.

De bas en haut, j'ai noté les Foraminifères suivants : Lingulina sp., Frondicularia sp., Valvulinidae ou Verneuilinidae, Nautiloculina sp., Trochamminidae.

Les Ostracodes sont toujours très rares.

Les échantillons F 320 et 326 sont oolithiques.

Le banc terminal (F 328) comporte, à sa partie supérieure, un "hard-ground" surface durcie et ferruginisée à nombreux fossiles encroûtés : Ammonites recristallisées en calcite cristalline, Bélemnites, Algues, débris phosphatés, etc... (Pl.28 fig.50 et 51, Pl.29 fig.52 et 53). Ce banc m'a fourni, latéralement à la coupe, des microfaciès tout à fait caractéristiques du Domérien terminal : c'est un calcaire bioclastique (biomicrite) très riche en débris d'organismes (Echinodermes (ab.) et Mollusques) et en Foraminifères : Involutina liassica (JONES), Trocholina sp., Epistomina aff., E.margarita TERQUEM, ?Lingulina gr. tenera BORNEMANN, ?Lenticulina gr. prima (d'ORBIGNY), Nodosaria gr. metensis TERQUEM, ?Lenticulina gr. cultrata (MONTFORT), Spirophthalmidium sp. (Pl.89 fig.172 et 173, Pl.90 fig.174).

Dans ce même niveau, j'ai ramassé des Ammonites qui ont été déterminées comme : Paroxynoticeras sp., Eoderoceras sp. par M.RAKUS. Ces formes caractéristiques du Sinémurien supérieur (Lotharingien) sont, sans doute, remaniées.

- Toarcien moyen à supérieur - Aalénien -

Le Toarcien moyen repose directement, semble-t-il, sur le Domérien ; il y a donc lacune, probablement par érosion sous-marine, du Toarcien inférieur.

Il est formé de calcaires massifs, gris sombre, à patine gris-bleu, à cassure conchoïdale, à pâte fine (b). L'épaisseur est de 11 m.

Microfaciès : Des dismicrites, à zones recristallisées irrégulières et filonnets de calcite et de limonite, renferment des "filaments" fins, plus ou moins longs, rigides ou bien arqués, parfois ondulés (f.), des débris d'Echinodermes (ar.), des Spongiomorphidae (?) (tr.), des Globochaete (r.), des Lagenidae (r.) notamment des Lenticulines (tr.), des Spirillina sp. sp. (tr.) et des Ostracodes (r.).

- Kimméridgien - Tithonique inférieur -

En contact par faille ou surface de glissement avec la série précédente, nous observons 20 m de calcaires massifs, très durs, gris à patine grisâtre (e).

Microfaciès : Les calcaires sont bioclastiques ; des biodismicrites avec zones recristallisées en sparite renferment des débris d'Echinodermes (af.), des Gastéropodes (r.), des "filaments zonés" à bordure dentelée (ar.), des Lagenidae (tr.), des Spirillines (tr.) et quelques Ostracodes.

La présence de Saccocoma (forme "Lombardia arachnoidea") en l'absence de toute Calpionelle me permet de ranger cette série dans le Kimméridgien - Tithonique inférieur.

J'ai récolté, dans ce niveau, des Ammonites, des Aptychus et des Bélemnites.

Latéralement à la coupe, j'ai observé une biomicrite à biosparite à fréquentes sections de Lamellibranches - Posidonia alpina (GRAS) et de Gastéropodes qui appartient au Callovo-Oxfordien inférieur (JBS 65-562 et 563) (Pl.91 fig.177, Pl.92 fig.178).

. Coupe du flanc nord -

Cette coupe a été effectuée sur le flanc nord du Djebel Oust, au Nord de la faille bordant le Lias moyen. L'épaisseur de Jurassique mesurée, ici, atteint 320 m.

- Bathonien (?) à Callovo-Oxfordien inférieur -

La série est en contact, par faille, avec les calcaires massifs du Lias inférieur et moyen qui forment le coeur du Djebel Oust.

Elle débute par des calcaires siliceux, gris sombre ou jaunâtres, à patine rouge ou jaune-rouille, alternant avec des marnes blanchâtres. Vers le haut, cette alternance passe à des calcaires jaunes ou ocres, se débitant en parallélépipèdes caractéristiques (c) (Pl.30 fig.54). L'épaisseur atteint 42 m.

Microfaciès : La séquence est constituée par des micrites argileuses bourrées de "filaments", à microfissures remplies de limonite ou de calcite et rares granules de silice néogénétique. On note la présence de Bélemnites.

Les "filaments" sont longs, zonés, à bords dentelés, sinueux, parfois groupés en "gerbes" et sont associés à des spicules (?), des débris d'Echinodermes, quelques Saccocoma douteux (?), des Aptychus (tr.), des Globochaete (af.), des Spirillina sp. (tr.) et des Lenticulina sp. (tr.).

La partie supérieure de la série est formée de micrites argileuses, fortement siliceuses et limonitiques, qui renferment des Radiolaires sphériques (Coenosphaera sp.), (f.), en cloches (Dictyomitra sp.) (r.), triaxes (Rhopalastrum sp.) (tr.).

- Oxfordien supérieur -

Il correspond à des calcaires pseudobréchiques (brèches intraformationnelles), à des marnes schisteuses tachetées de rouge et de blanc (faciès "ocellé") et à des calcaires noduleux rouges ou lie-de-vin dont l'épaisseur est de 21 m (d) (Pl.30 fig.55, Pl.31 fig.56 et 57).

Les fossiles sont abondants ; G.CASTANY signale dans cet horizon (Niveau 7) : Phylloceras (Holcophylloceras) mediterraneum NEUMAYR, Sowerbyceras tortisulcatum d'ORB., Lytoceras sp., Oppelia arolica OPP., Perisphinctes simoceroides FONT., Perisphinctes orbigny de LOR., Perisphinctes insulanum GEMM., Peltoceras cf. toucasi d'ORB., Hibolites astatus BLAINV. (zone à Peltoceras transversarium).

Microfaciès : Alors que, sur le terrain, la limite Oxfordien inférieur - Oxfordien supérieur est très nette, en microfaciès, et contrairement à ce qui a été observé dans les coupes des Chaînons jurassiques, cette limite s'estompe. Le faciès caractéristique à "Protoglobigérines" est absent, ici.

La séquence est constituée par des intramicrites argileuses, généralement très fortement limonitiques (la limonite est souvent

disposée en plages : faciès "ocellé"), qui m'ont livré des Radiolaires abondants (Coenosphaera, Dictyomitra, Rhopalastrum cf. plus haut, et formes à 4 branches : Hagiastrum ?), des Spirillina sp. (tr.), des Globochaete (tr.), des débris d'Echinodermes (r.), des fragments de Mollusques (r.), des Aptychus (r.).

L'échantillon F 271 se situe à la limite de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien. C'est une micrite argileuse, grumeleuse, passant latéralement à une micrite argileuse très limonitique. Il renferme des Radiolaires (af.) : Coenosphaera chloritisés ou glauconieux et Hagiastrum, des débris d'Echinodermes (tr.), de très rares Saccocoma et quelques Spirillines.

J'ai déjà observé ces Radiolaires chloritisés ou glauconieux dans l'Oxfordien supérieur du Djebel Amar ; nous les retrouverons dans les coupes des autres affleurements situés à l'Ouest des Chaînons jurassiques et dans le forage Cap Bon n°1.

- Kimméridgien - Tithonique -

Ces étages sont formés de marnes gris-bleu ou gris-blanchâtre, feuilletées, à intercalations de bancs de calcaires gris-bleu, à patine grise ou jaune rouille (Pl.32 fig.58). Les calcaires prennent, au sommet, un aspect noduleux (e'). L'épaisseur de cet ensemble est de 256 m.

On trouvera, dans l'ouvrage de G.CASTANY "Les extrusions jurassiques en Tunisie" 1955 - pp.20-21 (42), la longue liste des Ammonites trouvées par les différents auteurs sur le versant nord du Djebel Oust et qui date la série du Kimméridgien et du Tithonique.

Microfaciès :

. Kimméridgien - Tithonique inférieur : Des micrites argileuses, parfois un peu limonitiques, à inclusions de granules siliceux, alternent avec des marnes et des argiles limonitiques un peu siliceuses. Dans la partie tout à fait inférieure, les Saccocoma (forme "Lombardia arachnoidea") sont encore assez rares ; ils sont accompagnés de Radiolaires sphériques parfois ferrugineux (Coenosphaera) fréquents, de Globochaete, d'Aptychus (tr.), de Lenticulines (tr.), de Spirillines (tr.) et d'Ostracodes (tr.).

Dans les deux tiers supérieurs de la séquence les Saccocoma (formes "Lombardia arachnoidea" et rares "Lombardia angulata") deviennent fréquents et leur apparition massive correspond à celles

de "filaments" minces, très longs et très ondulés (ab.). Les Spirillines (tr.), les Globochaete (r.), sont toujours présentes. Les Radiolaires sphériques (Coenosphaera), qui avaient disparu, sont de nouveau abondants dans la partie supérieure de la série (Pl.92 fig.179, Pl.93 fig.180 et 181).

. Tithonique supérieur : Sa base est marquée par l'apparition des Tintinnoïdiens, Crassicolaria (f.) notamment Crassicolaria parvula REMANE, Crassicolaria intermedia DURAND DELGA, Crassicolaria massutiniana (COLOM), Calpionella alpina LORENZ (f.), Calpionella elliptica CADISCH ? (r.).

Les autres microorganismes et débris qui accompagnent les Tintinnoïdiens sont les suivants : des Echinodermes (r.) notamment des radioles d'Echinides, des Aptychus (r.), des Globochaete (r.), des Spirillina sp., (r.), des Radiolaires (Coenosphaera) abondants dans certains niveaux, des Ostracodes (tr.).

- Berriasien - Valanginien (échantillonné sur 67 m) -

Ces étages correspondent à des marnes gris-bleu à gris-vert ou de teinte rouille, indurées. Ces marnes contiennent de nombreux petits bancs de calcaires très argileux, gris, à patine jaune-rouille (Pl.32 fig.59).

Les Tintinnoïdiens, rencontrés plus bas, subsistent mais se raréfient : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Crassicolaria sp., mais les formes nouvelles suivantes apparaissent dans la série : Tintinnopsella sp., Calpionellopsis oblonga (CADISCH), Stenosemellopsis hispanica COL., Calpionellites darderi COL. La présence de Calpionella alpina dans la partie moyenne de la séquence (F 313) me permet de penser que nous sommes encore dans le Berriasien.

Au-delà de ce point, nous pourrions être dans le Valanginien basal ?

Notons, pour terminer, que la lithologie est à prédominance marneuse dans les deux tiers supérieurs de la série.

C - /DJEBEL AZIZ/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Aziz est situé à 13 km au Nord de Pont du Fahs et à 14 km à l'Ouest du Djebel Oust.

Il figure sur la feuille de Oudna au 1/50 000.

L'affleurement jurassique, qui mesure 1,3 km de long sur 0,7 km de large, atteint l'altitude de 352 m. C'est un pli coffré de direction E-W dont le flanc sud est effondré. La faille met le Lias au contact du Valanginien dans la partie sud, tandis qu'au Nord Est, le Kimméridgien et le Tithonique sont en contact anormal avec les dolomies et évaporites du Trias. Le coeur du dôme lui-même est affecté de nombreux accidents, en particulier, les calcaires liasiques qui forment le piton du signal 352 montrent des plans de frictions et des brèches tectoniques.

L'affleurement du Djebel Aziz est entièrement entouré de Quaternaire.

Signalons que les calcaires noirs du Lias ont été activement exploités comme marbre, depuis l'époque romaine, tandis que la recherche de malachite et d'azurite a été abandonnée depuis la guerre 1939-1945.

2 - HISTORIQUE -

En 1892, F.AUBERT figure en Jurassique (J) - "Horizon inférieur indéterminé" - le Djebel Aziz, sur sa "carte géologique provisoire de la Tunisie" (1).

C. de STEFANI considère, à tort, en 1907, sur la foi de quelques fossiles, que les calcaires du coeur du massif, généralement donnés comme liasiques, pourraient aussi bien appartenir au Bathono-Callovien ; les séries calcaréo-marneuses supérieures seraient à attribuer à l'Oxfordien supérieur, au Tithonique et au Berriasien (104).

M.SOLIGNAC étudie, dans sa thèse (1927), le Djebel Aziz ; il distingue le Lias, le Toarcien supérieur, l'Aalénien, l'Oxfordien et le Tithonique (101).

G.CASTANY présente, en 1955, une mise au point stratigraphique et tectonique sur le Djebel Aziz. Il publie une carte géologique au 1/10 000 accompagnée de coupes sériées. Il reconnaît le Domérien (Seguenziceras sp.), le Toarcien (Hildoceras sublevisoni), l'Aalénien (Leioceras opalinum), l'Oxfordien supérieur, le Tithonique à Ammonites et Tintinnoïdiens (42).

Des coupes topogéologiques sont effectuées, dans le massif, par A.LAZAAR et J.BONNEFOUS en 1965.

3 - COUPES STRATIGRAPHIQUES (cf. fig.39) -

. Coupe de la carrière (Signal 352) -

La coupe débute derrière les bâtiments proches de la carrière et se termine près du Signal 352. Elle intéresse le Lias moyen et l'épaisseur mesurée est de 70 m.

La succession est la suivante, de bas en haut :

- des calcaires massifs, très durs, noirs ou gris-clair, à nombreuses fissures remplies de calcite et petites géodes de pyrite et de malachite, dont l'épaisseur est de 16 m.

- des calcaires massifs, sans stratification visible, à pâte lithographique noire ou gris-clair, à nodules d'Algues. Un niveau montre quelques silex noirs. L'épaisseur atteint 51 m.

- des calcaires sombres à nombreux silex noirs, en bancs de 20 cm à 1 m dont l'épaisseur est supérieure à 3 m.

Microfaciès : Les calcaires sont graveleux, parfois oolithiques, recristallisés et métamorphisés, à inclusions de matière noirâtre (minéralisation ?).

J'ai pu reconnaître, en plaques minces, les Algues du Lias moyen mésogéen, quoique très estompées, Palaeodasycladus sp., Cayeuxia sp., Thaumatoporella sp. Elles sont accompagnées de très rares Globochaete, de rares débris d'Echinodermes (notamment des radioles d'Echinides), de quelques Textulariidae, Verneuilinidae ou Valvulinidae.

Les échantillons ALZ 617 et ALZ 631 qui renferment de fréquents spicules de Spongiaires polyaxones et en fuseaux et des Radiolaires (Coenosphaera) traduisent l'existence de timides incursions pélagiques.

G.CASTANY indique la présence de Seguenziceras sp. du Domérien mais malgré mes recherches, je n'ai pu trouver les microfaciès caractéristiques de ce sous-étage.

Sur le versant SE, j'ai observé des biodismicrites à pellets à Algues concrétionnées : Spongiostromata (Oncolithes) ou "structure pisolithique vadose" avec quelques quartz de néogenèse (JBS 65-1) (Pl.94 fig.182 et 183).

A la carrière Courteaux, les Algues Palaeodasycladus mediterraneus (PIA) et Cayeuxia sp. sont particulièrement nettes (JBS 65-8) (Pl.95 fig.184).

. Coupe de la cote 333 -

La coupe débute près d'une ébauche de galerie de mine abandonnée (minéralisation d'azurite et de malachite) et s'arrête près du point coté 333.

Nous trouvons successivement, de bas en haut :

- Toarcien - Aalénien -

Les calcaires sont gris-bleu, à pâte fine, en bancs de 5 20 cm. L'épaisseur est de 28 m (b).

G.CASTANY signale la présence d'Hildoceras subleviaoni FUC. du Toarcien moyen et supérieur et celle de Leioceras opalinum REIN. de l'Aalénien.

Microfaciès : Dans cette zone, j'ai rencontré des micrites argileuses à granules de silice (r. à ar.) et, parfois, imprégnation limonitique diffuse.

Ces roches renferment des "filaments" plus ou moins épais, plus ou moins longs et rigides (ar. à af.), des débris d'Echinodermes (r.), des Radiolaires (Coenosphaera et Dictyomitra), localement fréquents, des spicules de Spongiaires et de très rares Globochaete.

Le contact avec la série suivante est peut-être faillé.

- Bathonien à Callovo-Oxfordien inférieur -

Des calcaires gris-bleu, très durs, à patine rouille, parfois en gros bancs, se débitant en parallélépipèdes caractéristiques, alternent avec des marnes schisteuses rouges, lie-de-vin ou olive. L'épaisseur atteint 50 m (c).

On note la présence d'Hibolites astatus BLAINV. et d'Aptychus sp.

Microfaciès : Des calcaires argileux, à trame fortement silicifiée et parfois ponctuations limonitiques, renferment, en abondance, des Radiolaires à test encore souvent siliceux (Coenosphaera, Dictyomitra,

Rhopalastrum), des "filaments" fins, rigides, ou au contraire épais, "zonés" et contournés, à bordure dentelée et floue (ar. à af.) et de rares débris d'Echinodermes.

Le microfaciès type ALZ 599 est à rapprocher de F 263 du Djebel Oust.

- Oxfordien supérieur -

Il est formé d'une alternance de calcaires argileux, pseudo-bréchiques, rouges, tachetés de rouge, de jaune et de vert (faciès "ocellé"), et de marnes schisteuses rouge sombre ou lie-de-vin. L'épaisseur de cet ensemble est de 21 m (d).

Les fossiles y sont rares : Sowerbyceras tortisulcatum d'ORB., Oppelia sp., Belemnites hastatus BLAINV.

Microfaciès : J'ai retrouvé, ici, le faciès déjà observé dans l'Oxfordien du Djebel Oust : des intramicrites argileuses à imprégnations limonitiques avec taches de calcaire clair (faciès "ocellé") renferment des Radiolaires (Coenosphaera, Dictyomitra) souvent chloritisés ou glauconieux (ar. à af.), des débris d'Echinodermes (r.), et des Spirillina sp. (tr.).

- Kimméridgien - Tithonique inférieur -

Ces étages sont formés, successivement, par :

- des alternances régulières de marnes gris-bleu et de calcaires gris-bleu en petits bancs (de 20 à 80 cm), parfois noduleux, dont l'épaisseur atteint 40 m (e),

- des calcaires massifs, en gros bancs, gris-bleu, à patine ocre, à pâte lithographique, de 24 m d'épaisseur (f).

Ces calcaires ont livré Phylloceras serum OPP. et Perisphinctes senex OPP.

Microfaciès : Les micrites à granules de silice (ar.) et rares inclusions de limonite, sont pétries d'organismes : Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques (f.), notamment forme "Lombardia arachnoidea" et forme "Lombardia angulata", "filaments" épais, "zonés", rigides, à bordure dentelée (ab.), correspondant peut-être à des débris de Saccocoma ?, "filaments" épais, longs et sinueux, Radiolaires (af. à f.) : Coenosphaera, Dictyomitra, Rhopalastrum, spicules monaxones en fuseaux (r.), Globochaete (r.) et Aptychus (tr.).

L'échantillon ALZ 616 renferme de nombreuses baguettes de quartz néogénétique.

La coupe a été arrêtée dans ces niveaux, la suite de la série étant couverte (flanc nord du Djebel Aziz).

Le Tithonique supérieur est, cependant, présent.

G. de STEFANI y a récolté : Lytoceras cf. quadrisulcatum d'ORB., Phylloceras cf. serum OPP., Phylloceras cf. polycyclum BEN., Perisphinctes cf. lacertosus FONT., Berriasella callisto d'ORB.

Une recherche ultérieure m'a permis de trouver, hors coupe, un banc isolé à Tintinnoïdiens : micrite argileuse à Crassicolaria sp., Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Radiolaires et Globochaete.

D - /DJEBEL BOU KORNINE DE PONT DU FAHS/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs est situé à 5 km au SW du Djebel Aziz. Il est complètement isolé au centre d'une plaine quaternaire. C'est un dôme orienté W-E, faillé, dont les deux pointes (Dj. Bou Kornine veut dire en arabe "montagne à deux cornes") sont formées par les calcaires du Lias moyen extrusif perçant le reste de la série jurassique.

L'affleurement a 1200 m de long sur 700 m de large. Il atteint l'altitude de 396 m.

2 - HISTORIQUE -

En 1892, F.AUBERT figure le Djebel Bou Kornine du Fahs avec la lettre (J) sur sa "carte géologique provisoire de la Tunisie" (1).

La thèse de L.PERVINQUIERE, publiée en 1903, confirme la présence de Lias dans ce massif (85).

M.SOLIGNAC, en 1927, décrit la succession lithologique du Bou Kornine ; il distingue le Lias et l'"Oolithique moyen et supérieur" (101).

G.CASTANY, dans son ouvrage sur les extrusions jurassiques donne, en 1955, une carte géologique au 1/10 000 du massif, ainsi qu'une coupe. Il distingue le Lias moyen, le Toarcien, l'Aalénien, le Callovo-Oxfordien, "l'Argovien" et le Tithonique (42).

Sa découverte d'Hildoceras sublevisoni FUC., sur le flanc sud du Bou Kornine, lui permet d'affirmer la présence du Toarcien moyen à supérieur.

A.LAZAAR et J.BONNEFOUS effectuent, en 1965, de nouvelles recherches sur le Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs.

3 - COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.40) -

. Coupe 1 -

Elle a été effectuée sur le flanc nord du sommet 396.

Les deux pointes du Djebel sont constituées par les calcaires du Lias moyen (Pl.33 fig.60).

Ce sont des calcaires gris-sombre, en gros bancs, très durs, à pâte fine, riches en silex noirs formant parfois de véritables lits (Pl.33 fig.61) (a). L'épaisseur est de 55 m.

La base et le sommet de la coupe sont marqués par des failles.

Microfaciès : La série est constituée par des dismicrites à filonnets de calcite et zones recristallisées, avec quartz de néogenèse (r. à f.), des calcaires bioclastiques (biomicrites) à joints stylolithiques remplis de limonite et de très rares niveaux de marnes ou d'argiles fortement silicifiées, avec quelques rhomboèdres disséminés dans la pâte, et des filonnets de calcite et de silice.

Ces roches renferment des débris d'Echinodermes, notamment des radioles d'Echinides (r. à af.), des spicules monaxones en fuseaux et des spicules polyaxones (r. à f.), des Radiolaires : Coenosphaera (af. à f.), des "filaments" rigides (tr.), des Globochaete (tr.), des Ostracodes (tr.) et des Lagenidae (tr.).

Age : Pliensbachien inférieur-Domérien ?

Comme on le voit par la description ci-dessus, le faciès a beaucoup changé ; le Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, qui constitue l'affleurement jurassique situé le plus à l'Ouest des Chaînons jurassiques, appartiendrait, dès le Lias moyen, à un domaine proche du "Sillon tunisien" et aurait, donc, subi des influences pélagiques nettes.

Notons l'abondance de gros rognons de silex noirs dans toute la série. Ces silex avaient déjà été observés, au Djebel Aziz, dans la partie supérieure du Lias moyen. Leur signification paléogéographique ne peut être précisée, pour l'instant, mais, d'après A.LOMBARD (Les Séries Marines - 1956 - p.226), "il semble que leur présence soit souvent liée à une stratification nette des bancs calcaires", ce qui expliquerait l'absence de silex dans les calcaires massifs, mal lités, du Lias moyen de l'Oust, du Raouas et des Massifs jurassiques.

. Coupe 2 - Flanc nord, à l'Est du sommet 396.

Cette coupe, située dans un compartiment faillé voisin, prend le relais de la précédente, elle-même interrompue sur faille.

- Toarcien - Aalénien -

Nous trouvons, successivement, de bas en haut (b) :

- des calcaires massifs, gris-clair, très durs, à pâte fine, à cassure conchoïdale, de 6 m d'épaisseur,

- des calcaires gris, en petits bancs mal réglés, à pâte fine beige-verdâtre, dont l'épaisseur atteint 21 m.

- des calcaires gris-clair à plaques de rouille et silex noirs (3 m).

La présence d'Hildoceras sublevisoni FUC. à la base de la coupe permet de dater cette série du Toarcien moyen - supérieur.

Microfaciès : La série comporte, successivement, de bas en haut :

- des calcaires bioclastiques (biomicrites) légèrement recristallisés, à très rares granules de silice et microfilonnets de calcite, renfermant des débris d'Echinodermes (af.), notamment des radioles d'Echinides, des débris de Mollusques (ar.), des "filaments" rigides (ar.), des Lagenidae (tr.), des Globochaete (tr.) et des Ostracodes (tr.).

- des micrites peu argileuses à larges microfilonnets de calcite, petits cristaux de pyrite disséminés et parfois plages siliceuses, qui m'ont livré des "filaments" fins ridiges ou arqués (af. à f.), des Radiolaires : Coenosphaera (ar. à af.), des spicules monaxones en fuseaux (ar. à af.), des Globochaete (tr.), des Spirillina sp. (tr.), et quelques Lagenidae de section triangulaire.

- Bathonien à Callovo-Oxfordien inférieur (c) -

Nous rencontrons, à la base, une zone couverte, avec faille possible, dont l'épaisseur est de 20 m.

Au-dessus, des calcaires silicifiés très durs, à patine rouille, en bancs de 10 à 20 cm, à pâte fine gris-verdâtre. Leur épaisseur atteint 11 m.

Au sommet, enfin, une alternance de marnes schisteuses et de calcaires silicifiés, à patine rouille, se débitant en parallélépipèdes. L'épaisseur de cette séquence et de 17 m.

Microfaciès : J'ai trouvé, dans cette série, les faciès habituels de micrites à forte imprégnation siliceuse et traînées de limonite, les marnes silicifiées, microlitées, à mouchetures et traînées d'oxyde de fer, les argiles calcaires silicifiées et limonitisées.

Ces sédiments renferment d'abondants Radiolaires (Coenosphaera) souvent un peu aplatis dans le sens de la stratification, du fait de la compaction, des "filaments" plus ou moins épais, droits ou courbes mais d'allure rigide, parfois "zonés" et à bordure dentelée (f.) et de très rares débris d'Echinodermes.

. Coupe 3 - Flanc sud du Bou Kornine de Pont du Fahs -

La coupe 3 représente exactement la suite de la coupe précédente, le raccord ayant pu être réalisé avec exactitude en suivant un banc repère. Elle suit une piste nouvellement tracée, ceinturant le massif. Elle montre la succession suivante :

- Callovo-Oxfordien inférieur (c') -

- A la base, une alternance de marnes jaunes ou blanches et de calcaires en bancs de 0,30 m à 1 m, rarement argileux, très durs (silicification), à patine rouille, à cassure rugueuse, a pu être mesurée sur 26 m.

- Au-dessus ont été reconnus des calcaires à patine rouille, silicifiés, très durs, de 6 m d'épaisseur.

- Au sommet, des argiles à marnes rouges et vertes alternent, sur 10 m, avec des calcaires en petits bancs, à patine rouille, très durs (silice) (Pl.34 fig.62).

Microfaciès : J'ai retrouvé, ici, comme au sommet de la coupe 2, les calcaires argileux silicifiés et limonitisés, les marnes silicifiées à mouchetures de limonite ou de pyrite oxydée, les argiles calcaires à inclusions siliceuses.

Les organismes sont, sensiblement, les mêmes que plus haut : des "filaments" minces, longs, ondulés et contournés, formant des lits qui soulignent la microstratification (ab.), des Radiolaires (Coenosphaera, Dictyomitra) (f. à ab.) parfois aplatis dans le sens du microlitage, de très rares débris d'Echinodermes, des Aptychus (tr.), et des Spirillina sp. (tr.).

- Oxfordien supérieur -

Des calcaires argileux, pseudo-bréchiques, rouges et verts alternent avec des calcaires plus durs et plus fins (d) (Pl.34 fig.63). L'épaisseur de cette série est de 12 m.

En plaques minces, ces calcaires présentent le faciès habituel d'intramicrites argileuses à imprégnation limonitique avec taches claires (faciès "ocellé") associées à des argiles calcaires à rares granules de silice et à des micrites argileuses, siliceuses, à ponctuations limonitiques et pyriteuses. Ces roches renferment des Radiolaires abondants (Coenosphaera, Dictyomitra), des spicules en croix (tr.), quelques menus débris d'Echinodermes.

J'ai noté, dans la partie centrale de la séquence, la présence de Radiolaires chloritisés ou glauconieux qui caractérisaient déjà l'Oxfordien supérieur des coupes précédentes, et de la chlorite ou glauconie libre.

- Kimméridgien - Tithonique inférieur -

La coupe se termine dans la base du Kimméridgien - Tithonique inférieur, le reste de la série n'affleurant pas.

Ces étages correspondent à une alternance de calcaires rarement argileux, de teinte noire, le plus souvents très durs, à cassure conchoïdale, et de marnes blanches (e). L'épaisseur est de 14 m.

En plaques minces, les micrites argileuses et marnes à mouchetures de limonite ou de pyrite oxydée et rares granules de silice, renferment des Saccocoma (forme "Lombardia angulata" et forme "Eothrix"), et autres débris de Crinoïdes pélagiques (ar. à af.), des "filaments zonés", rigides (débris de Saccocoma ?) (af.) des Radiolaires (Coenosphaera) (r.), et des Globochaete (r.).

E - /DJEBEL RAOUAS - DJEBEL BENE KLAB/ -

1 - GENERALITES -

Situés à 5 km environ au NNW de Pont du Fahs, les Djebels Bene Klab et Raouas forment "un alignement subméridien au coeur d'un vaste anticlinal faillé de Crétacé et de Tertiaire". "La masse principale, constituée, en affleurement, par le Jurassique supérieur, est un dôme subméridien avec tendance très nette au coffrage. Le flanc est est effondré par une grande fracture directionnelle suberticale qui met en contact le Jurassique supérieur ou le Lias et le Valanginien dont les couches sont redressées et broyées"... G.CASTANY.

L'ensemble jurassique, long de 4,5 km sur 1,2 km de large, est subdivisé en deux massifs, le Djebel Raouas, au Nord, qui atteint 418 m et le Djebel Bene Klab, au Sud, dont l'altitude maximum est de 367 m. Les deux montagnes sont séparées par un col qu'emprunte la route Pont du Fahs - Goubellat.

2 - HISTORIQUE -

F.AUBERT figure en Jurassique (J) - "horizon supérieur" - le Djebel Bene Klab dans sa carte géologique provisoire de la Tunisie - 1892 (1).

La thèse de L.PERVINQUIERE publiée en 1903 (85) fait une large place, dans le chapitre consacré au Jurassique, au Raouas et au Bene Klab. Cet auteur reconnait le Lias, l'Oxfordien et le Tithonique, datant par Ammonites ces deux derniers étages. Il donne, même, une illustration des coupes structurales des deux affleurements.

Dans ses "études de paléontologie tunisienne" publiées en 1907 (88), ce même auteur précise l'existence de la zone à Peltoceras transversarium de l'Oxfordien supérieur et celle à Oppelia lithographica du Tithonique inférieur au Djebel Bene Klab.

M.SOLIGNAC reprend, en 1927, dans son "étude géologique de la Tunisie septentrionale" (101) les conclusions de PERVINQUIERE. Il complète la liste d'Ammonites du Tithonique.

G.CASTANY publie, en 1955, une carte géologique détaillée du Raouas et du Bene Klab ; il décrit des coupes détaillées du Tithonique et récolte de nouvelles Ammonites pyriteuses (42).

En 1964-1965, J.BONNEFOUS et A.LAZAAR font de nouvelles recherches dans ces massifs. Le premier nommé reconnaît, par microfaciès, le Lias moyen, le Bathonien et le Callovo-Oxfordien inférieur.

3 - COUPES STRATIGRAPHIQUES -

A - DJEBEL RAOUAS - cf. fig.41 -

Deux coupes topogéologiques ont été effectuées dans le Raouas :

. Coupe 1 - Chicot de Lias moyen sur le flanc est du Dj. Raouas

Cette coupe a été levée dans la partie sud et sur le flanc est du massif. L'affleurement liasique est encadré de failles : à l'Est, il est en contact anormal avec les marnes du Valanginien ; à l'Ouest, il est séparé, par faille, du reste de la série jurassique.

La séquence, qui mesure 60 m d'épaisseur, est constituée par des calcaires massifs, très durs, à patine gris-clair, à cassure conchoïdale.

Certains niveaux sont graveleux ou oolithiques (a).

Au point de vue des microfaciès, j'ai pu différencier :

- des dismicrites graveleuses ou à "pellets", à quartz de néogenèse parfois énormes (proximité de failles et remplissages filoniens). A la base, on note la présence d'un niveau oolithique. La recristallisation de la roche est intense.

- des biodismicrites parfois graveleuses.

- des dismicrites localement bréchiques (brèches tectoniques).

Les Algues, observées dans ces microfaciès, sont celles que j'ai l'habitude de rencontrer dans le Lias moyen : des Palaeodasycladus mediterraneus (PIA) (r. à af.), des Cayeuxia sp. (r.), des Thaumatoporella sp. (r.), de gros nodules d'Algues concrétionnées, parfois centrées sur des débris de Cayeuxia recristallisées (tr.), des Globochaete (r.).

Les organismes : les débris d'Echinodermes sont localement fréquents. Ils sont accompagnés de débris de Mollusques (notamment de Gastéropodes) et de "filaments" plus ou moins fins, allongés, ondulés ou courbes (f.).

Les Foraminifères : à côté de rares Valvulinidae ou Verneuilinidae, j'ai rencontré Trocholina sp.

Enfin, un microfaciès tout à fait exceptionnel en Tunisie, mais commun en Algérie du Nord dans le Domérien des Monts du Hodna (coupe S.N.P.A. - BP.6) a été noté à F 381 : il s'agit d'une biomicrite à débris d'Echinodermes (f.), Gastéropodes (tr.), "filaments" cf. plus haut (ar.), sclérites d'Holothuries (tr.), et surtout "Protoglobigérines" (ar.) (*).

On se rappelle que, jusqu'à présent, les "Protoglobigérines" étaient cantonnées, en Tunisie, à l'Oxfordien supérieur.

La présence de niveaux à "Protoglobigérines" et à "filaments" intercalés dans une série à Algues, indique, ici, des apports d'origine pélagique incontestable.

. Coupe 2 - Coupe SE-NW à travers le Djebel Raouas -

La coupe est située légèrement au Nord de la précédente ; sa base se trouve à l'Ouest de la maison en ruine visible sur cartes et photos aériennes, et son tracé, dont on trouvera les coordonnées en annexe, la fait passer légèrement au Sud du point coté 418. Elle nous a permis de reconnaître la série suivante, de bas en haut :

- des alternances de bancs calcaires de 0,20 à 2,50 m et d'intervalles argileux ou marneux souvent couverts. Les calcaires à patine jaunâtre, à pâte fine gris-bleu à vert-clair, présentent une cassure rugueuse ou conchoïdale. L'épaisseur est de 95 m (b).

- des alternances de bancs calcaires de 0,20 à 2 m et de passées marneuses ou marno-calcaires grises ou vert-clair se débitant en longues "esquilles". Les calcaires sont à patine rousse, à cassure bleutée ; ils se fragmentent, au marteau, en parallélépipèdes caractéristiques. Le pourcentage de bancs calcaires décroît de bas en haut. L'épaisseur de cet ensemble atteint 80 m (c).

- des calcaires argileux, pseudo-bréchiques, à pâte rouge, avec taches calcaires plus claires (faciès "ocellé"), dont l'épaisseur est de 12 m (d).

- des calcaires plus ou moins argileux, à pâte fine, gris vert, se débitant en grandes lattes, alternant avec des marnes gris-blanc. L'épaisseur est de 12 m (e).

- des alternances régulières de calcaires gris-bleu, en bancs de 0,20 à 1 m et de marno-calcaires gris-blanc, en passées de 0,50 à 3 m (Pl.35 fig.64 et 65). J'ai observé un niveau à silex, 75 m sous le sommet de la coupe. De nombreuses Ammonites pyriteuses ont été récoltées dans le tiers supérieur. L'épaisseur atteint 158 m (f).

(*) Il pourrait s'agir, en fait, de Trochamminidae.

L'ensemble (b) à (f) correspond aux étages Bathonien à Tithonique. La série plus marneuse du Berriasien fait la transition avec le Crétacé inférieur.

Microfaciès : J'ai pu distinguer les succession suivantes :

- à l'extrême base de la coupe (Bathonien ?), des biomicrites, à inclusions limonitiques et granules siliceux (r.), renferment des "filaments" plus ou moins longs, rigides et parfois ondulés (f.), des Radiolaires fréquents (Coenosphaera), de rares débris d'Echinodermes.

- au-dessus, nous retrouvons les faciès déjà décrits de calcaires à "filaments zonés" alternant avec des calcaires siliceux à Radiolaires.

Pour les premiers, il s'agit de biomicrites à inclusions et filonnets de limonite, granules de silice (r.), très riches en "filaments" longs, ondulés, "zonés", plus ou moins parallèles et souvent serrés les uns contre les autres, laissant peu de place au ciment. La bordure des "filaments" est souvent irrégulière, dentelée (ce phénomène étant peut être dû à la recristallisation ?). Ils sont accompagnés de Radiolaires (f.), de débris d'Echinodermes (r.) et de Globochaete (r.).

Les micrites siliceuses, marnes et argiles silicifiées, souvent limonitiques, renferment d'abondants Radiolaires, parfois tous un peu aplatis dans un sens et soulignant, ainsi, la microstratification (ce phénomène est du à la compaction). Pour la plupart, il s'agit du genre Coenosphaera mais le genre Dictyomitra se rencontre également beaucoup plus rarement. A côté de ces Radiolaires, j'ai trouvé des "filaments" (cf. ci-dessus), quelques débris d'Echinodermes et spicules et de très rares Spirillines.

Ces successions correspondent au Bathonien à Callovo-Oxfordien inférieur.

- Oxfordien supérieur -

Bien visible sur le terrain grâce à son faciès "ocellé" il est plus difficile à distinguer, en plaques minces, de la série sous-jacente.

Il est constitué de marnes, argiles micritiques et micrites argileuses riches en oxyde de fer et qui renferment de gros Radiolaires sphériques (Coenosphaera r. à f.), quelques Dictyomitra, de rares "filaments" courts et rigides, des débris d'Echinodermes (tr.) et des Spirillina sp. (tr.).

Le fait le plus remarquable est la présence de Radiolaires chloritisés ou glauconieux ; j'ai déjà signalé de telles formes dans l'Oxfordien supérieur du Djebel Amar, du Djebel Oust, du Djebel Aziz et nous les retrouverons dans le forage CB.1.

- Kimméridgien - Tithonique inférieur -

Le passage au Kimméridgien est marqué par l'apparition des Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques. La fréquence de ces organismes croît en montant dans la série : rares dans les calcaires (e), ils deviennent fréquents puis abondants dans la partie inférieure et moyenne de la séquence (f.).

Ces Crinoïdes pélagiques sont accompagnés de Radiolaires abondants et variés (Coenosphaera, Dictyomitra, Dictyastrum, Rhopalastrum, Hagiastrum, Xiphosphaera), de Globochaete (r.), de spicules monaxones (r.), d'Aptychus (tr.), de "filaments" zonés, rigides ou ondulés (r. à af. dans quelques niveaux), de Spirillina sp. (tr.) et d'Ostracodes (tr.).

Ces organismes se rencontrent dans :

- des marnes et micrites très argileuses à granules siliceux et inclusions de limonite,

- des micrites peu argileuses à plages silicifiées et inclusions de limonite,

- des biomicrites un peu siliceuses.

- Tithonique supérieur -

Présentant une lithologie semblable à celle décrite précédemment, il est parfaitement défini par les Tintinnoïdiens qui apparaissent brutalement dans la série avec les formes suivantes : Calpionella alpina LORENZ, Crassicolaria intermedia DURAND DELGA, Crassicolaria gr. brevis REMANE, Crassicolaria sp.; Calpionella elliptica CADISCH (tr.) n'apparaît que dans la partie supérieure de la séquence.

A ces Tintinnoïdiens sont associés des Radiolaires (af. à f.) : Coenosphaera, Dictyomitra, Rhopalastrum, Xiphosphaera, de rares Globochaete, quelques spicules réniformes et de très rares Ostracodes.

- Berriasien (dont la base seule affleure) -

Il voit le renouvellement des formes de Tintinnoïdiens. Si Calpionella alpina LORENZ subsiste en se raréfiant, Calpionella elliptica CADISCH devient plus fréquente. Les formes nouvelles suivantes apparaissent : Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Tintinnopsella cadischiana COLOM.

Cette répartition des Tintinnoïdiens, au passage du Tithonique au Berriasien, est sensiblement conforme, en plus "fondue", à celle observée par J.REMANE dans la fosse vocontienne (249).

Notons, pour terminer, que j'ai ramassé une abondante faune d'Ammonites pyriteuses, dans la partie supérieure de la coupe: ces Ammonites font leur apparition 85 m, environ, au-dessous du sommet de la coupe mais ne deviennent vraiment abondantes que dans les 70 m supérieurs.

B - DJEBEL BENE KLAB -

Le Djebel Bene Klab prolonge, vers le Sud, la structure du Djebel Raouas dont il n'est séparé que par un petit col correspondant à une zone de faille. Comme le Raouas, le Bene Klab présente les caractéristiques tectoniques suivantes (d'après G.CASTANY):

- l'apparition de pointements de calcaires liasiques en contacts anormaux, avec brèches tectoniques,

- le morcellement de l'anticlinal par des failles, en général directes et de direction transversale dominante,

- la situation sur une zone de fracture importante.

Nous n'avons pas refait de coupes systématiques dans la série du Djebel Bene Klab très semblable à celle du Djebel Raouas, mais nous avons prélevé des échantillons isolés significatifs.

Pointements de calcaires liasiques :

Dans une carrière, près de la route Pont du Fahs - Goubelat, j'ai observé, de bas en haut :

- des biopeldismicrites à Palaeodasycladus sp., Cayeuxia sp. (r.), fréquents Gastéropodes recristallisés, Verneuilinidae ou Valvulinidae (tr.) (Pl.95, fig.185).

(Sinémurien) - Pliensbachien inférieur

- des biopeldismicrites parfois graveleuses, à débris de Mollusques recristallisés (r.), Thaumatoporella sp. ? (r.), Echinodermes (r.) et renfermant quelques quartz de néogenèse.

(Sinémurien) - Pliensbachien inférieur

- des biomicrites à débris d'Echinodermes (af.), petits filaments rigides (af.), Lenticulina sp. (r.), Globochaete (r.) et petits quartz de néogenèse.

Domérien ?

Ce dernier microfaciès, avec en plus des spicules monaxones et polyaxones de Spongiaires, a été observé au NW d'Henchir el Ouba. Macroscopiquement, la roche correspond à un calcaire gris-noir, à patine grise, en bancs de 20 à 30 cm, avec Bélemnites.

J'ai échantillonné, au même endroit, le banc caractéristique de la partie supérieure du Callovo-Oxfordien inférieur constitué par un calcaire siliceux à pâte rougeâtre, à patine orange, se débitant en parallélépipèdes, en bancs de 5 à 30 cm. La silicification rend le microfaciès méconnaissable.

Près du sommet du Djebel Bene Klab (point coté 367), j'ai échantillonné l'Oxfordien supérieur riche en Ammonites et le Kimméridgien - Tithonique inférieur, respectivement :

- des calcaires rognonneux rougeâtres, à patine verte, intercalés dans des calcaires argileux à marnes indurées blanches et rouges ("faciès ocellé"). Le microfaciès correspond à une intrabiomicrite un peu argileuse et ferrugineuse à Radiolaires sphériques (Coenosphaera) (af.) et petits débris d'Echinodermes (r.).

Oxfordien supérieur

- des calcaires argileux, à patine jaunâtre ou verdâtre, se débitant en longues esquilles avec Aptychus sp. Le microfaciès est une biomicrites argileuse à très fréquents Radiolaires (Coenosphaera sp., Dictyomitra sp.) parfois siliceux et Globochaete (tr.).

Kimméridgien - Tithonique inférieur.

CONCLUSIONS PARTIELLES CONCERNANT LES AFFLEUREMENTS SITUES A L'OUEST DES CHAINONS -

Nous assistons, dans les affleurements situés à l'Ouest des Chaînons, à une évolution des faciès dans le Lias inférieur et moyen : les carbonates massifs à Algues semblables à ceux décrits dans les Chaînons jurassiques, ont été observés au Djebel Oust et au Djebel Raouas.

La série est, en revanche, litée et présente des lits de silex au Djebel Aziz et au Bou Kornine de Pont du Fahs ; dans ce dernier affleurement les Algues ont cédé la place à des Radiolaires, des Globochaete, des spicules de Spongiaires et des débris d'Echinodermes.

Le Domérien du Djebel Oust a montré les microfaciès typiques observés précédemment dans les Chaînons : des "hard-ground" ont été observés à la base et au sommet de l'étage.

Le Toarcien et l'Aalénien sont représentés, dans tous les massifs, par des calcaires à filaments.

Le Bajocien et le Bathonien inférieur n'ont pu être identifiés du fait de l'existence de failles soustractives, à leur niveau.

Le Bathonien supérieur et le Callovo-Oxfordien inférieur sont semblables dans les affleurements ouest et les Chaînons jurassiques ; l'Oxfordien supérieur correspond à des marnes rouges tachetées de blancs (faciès "ocellé") riches en Radiolaires chloritisés ou glauconieux ; les "Protoglobigérines" ont, en revanche, complètement disparu.

Le Kimméridgien - Tithonique présente, enfin, dans tous les affleurements, un faciès pélagique à organismes planctoniques et Ammonites pyriteuses.

CHAPITRE IV

POINTEMENTS NORD-OCCIDENTAUX

J'ai groupé, dans ce chapitre, les affleurements isolés, situés en Tunisie septentrionale et où le Jurassique a été reconnu ou présumé :

Du Nord au Sud :

A - Le Djebel Ichkeul près de Bizerte,

B - Le Djebel Hairech, à l'Ouest de Souk el Arba,

C - Le Djebel Sidi Ahmed Zarouk,

D - Les affleurements voisins de Ghardimahou,

E - Les affleurements de l'Oued Zarga.

A - /DJEBEL ICHKEUL/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Ichkeul est situé au Sud Ouest de Menzel Bourguiba, ville proche de Bizerte. De forme elliptique, il mesure 8 km de long sur 3 km de large au maximum. Haut de 511 m, il domine le lac de la Garaet Ichkeul, au Nord, et la plaine de Mateur, au Sud. C'est un brachyanticlinal plus ou moins deversé vers le Sud et le Sud Est ; il est constitué, principalement, par une série sédimentaire calcaire très fortement métamorphisée, dans laquelle les auteurs reconnaissent, de bas en haut : une série métamorphisée, une série calcaire, une série "dolomitique" et une série de "marbres". (cf. fig.42).

2 - HISTORIQUE -

En 1923, M.SOLIGNAC attribuait aux "séries calcaires" du djebel un âge jurassique, non sans réserve toutefois (100).

En 1927, le même auteur découvrait, à l'extrémité nord-est du massif, Aptychus beyrichi OPPEL et, de ce fait, datait du Jurassique supérieur une partie de l'affleurement (101). Un peu plus haut, la présence d'Orbitolines et de Bélemnites lui permettait d'affirmer l'existence de Néocomien - Aptien.

La "série dolomitique" faisait, elle, l'objet d'interprétations diverses. M.SOLIGNAC lui attribuait, sans autre précision, un âge crétacé : "vraisemblablement les dolomies représentent un niveau, peut être même un étage, supérieur à celui des schistes et calcaires éocrétacés sous-jacents"... (101), tout en réfutant l'âge éocène qui leur avait été donné par F.AUBERT (2).

La "série de marbres" donnait lieu à la même imprécision : sénonienne pour F.AUBERT (2), elle devenait "d'âge problématique" pour M.SOLIGNAC (101).

Plus récemment, G.CASTANY et J.BOLZE s'attaquaient au même problème. Les observations personnelles de CASTANY et les travaux de BOLZE ne permettaient pas de retrouver le niveau à Orbitolines et Bélemnites signalé précédemment par SOLIGNAC et, de ce fait, CASTANY attribuait au Jurassique supérieur l'ensemble de la "série calcaire" sensu lato de l'Ichkeul (38).

En 1954, J.BOLZE découvrait, dans un banc marneux situé dans les carrières exploitées sur le versant sud (base de l'éperon de Kreloua), de petites Myophories voisines de Myophoria elegans (d'après J.RICOUR) qui datait ce niveau du Trias moyen à supérieur (11).

J.BONNEFOUS et J.M.MASSIN apportaient, en 1964, de nouvelles précisions stratigraphiques sur le Djebel Ichkeul (15).

3 - ETUDE STRATIGRAPHIQUE -

L'Ichkeul constitue, au point de vue stratigraphique, une unité tout à fait particulière ; la lithologie est totalement différente de celle que nous connaissons ailleurs, en Tunisie, dans le Jurassique. Or, deux facteurs rendaient la tâche du stratigraphe difficile :

- l'absence quasi totale de faune,

- la présence de recristallisation et la genèse de minéraux correspondant à un métamorphisme assez poussé.

Trois coupes ont été effectuées dans le Djebel Ichkeul totalisant 917 m de série et caractérisées par des coordonnées qu'on trouvera en annexe. (cf. fig.43).

. Coupe de l'extrémité nord est du massif - "série calcaire et schisteuse" -

L'extrémité nord est de la montagne constitue un compartiment isolé du reste de la chaîne, limité au Nord et au Sud Ouest par failles. En contact anormal avec la série calcaire, il détermine un petit "horst" que nous avons échantillonné sur 218 m.

On peut distinguer, de bas en haut :

- des calcaires gris-bleu très indurés, à patine jaune rougeâtre, à pâte cristalline, en bancs bien différenciés de 0,80 à 1 m, séparés par de minces passées de schistes verts. Echantillonnés sur 37 m, ils n'ont fourni aucune faune (a). Néanmoins, au niveau du Lac de la Garaet Ichkeul, à l'emplacement signalé par M.SOLIGNAC, j'ai ramassé, dans les mêmes formations, des fossiles assez abondants : Lamellaptychus beyrichi OPPEL, Lamellaptychus du groupe de L. lamellosus PARK., Bélemnites et un Ammonite mal conservée : Perisphinctidé à ornementation de Divisosphinctes (déterminations S.ARNOULD SAGET). L'âge Jurassique supérieur de cette faune ne fait aucun doute ; il est fondé sur les solides arguments suivants :

. La présence d'une Ammonite appartenant aux Perisphinctidae. Malgré son mauvais état de conservation, on peut observer la costulation. Les côtes sont droites, fines, aigues, régulièrement bifurquées, assez écartées comme dans le genre Divisosphinctes. Ce genre se rencontre de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien. Les genres voisins avec lesquels on pourrait les confondre : Orthosphinctes, Dichotomoceras ou même Pachysphinctes donnent la même répartition stratigraphique.

. Les Lamellaptychus s'étalent du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur. En fait, ils sont typiquement Jurassique supérieur lorsqu'ils sont aussi abondants que dans le cas étudié ici.

En conclusion, la présence simultanée de nombreux Lamellaptychus et d'un Perisphinctes voisin de Divisosphinctes écarte toute attribution possible au Jurassique moyen d'une part, au Kimméridgien supérieur et surtout au Tithonique d'autre part ; reste une forte présomption pour le Kimméridgien inférieur, moins probablement pour l'Oxfordien supérieur (S.ARNOULD - SACHT).

- Au-dessus de ces formations calcaires se développe une série "schisteuse", puissante de 136 m, groupant des calcschistes noirs, indurés, à débit ardoisier, des calcaires cristallins noirs, plus ou moins marmorisés, des calcschistes verts lustrés (b).

- Enfin, couronnant la série, affleurent des schistes calcaires verts, silteux, intercalés de calcaires ou de calcschistes marmorisés, en bancs de 0,15 à 0,50 m de puissance. Nous les avons reconnus sur 45 m (c).

Microfaciès : En ce qui concerne les microfaciès, j'ai pu observer :

- des calcaires de texture variée, presque toujours recristallisés, à inclusions siliceuses, comportant un niveau à fantômes de gravelles. Des traces d'organismes y ont été notés en lames minces : débris d'Echinodermes notamment radioles (tr.), Radiolaires (tr.), sections nettes d'Aptychus (tr.), section axiale parallèle de Lenticulina (tr.) et autres Lagenidae indéterminables (tr.) ; certaines plaques rappellent, vaguement, des calcaires à Entroques extrêmement recristallisés.

- des schistes silteux qui ont livré, localement, des Frondicularia, des fantômes de Radiolaires et des Quasituberitina sp., Foraminifères sphériques énigmatiques décrits par POYARKOV dans le Dévonien (?) d'URSS.

Le test est constitué par un petit proloculum sphérique suivi d'une seconde loge de grande taille, l'enveloppant largement. Cette forme est rangée par l'auteur dans la famille des Parathuramminidae.

. Coupe de la cote 511 - "série de calcaires métamorphisés rarement dolomitiques" -

Cette coupe passant par les points cotés 366,8 et 511 a permis de mesurer 475 m de sédiments. Elle a été effectuée sur le flanc sud de l'anticlinal (zone centrale) et s'est révélée d'une grande monotonie.

Les calcaires métamorphiques, de teinte variée, grise, rosée, rousse ou brune, présentent des structures souvent orientées, et renferment des phyllites métamorphiques.

Dans cette entité calcaire, nous avons pu distinguer, de bas en haut :

- un ensemble basal, en gros bancs métriques, épais de 310 m environ (a),

- une série en petits bancs de 0,30 à 0,50 m de puissance, épaisse de 140 m (b), et qui passe progressivement à

- une séquence calcaire très cargneulisée, sans pendage ni direction apparente, épaisse de 25 m. Contrairement aux apparences, la dolomitisation est peu intense et très locale comme l'ont prouvé les mesures calcimétriques.

L'étude microscopique m'a montré des calcaires métamorphisés de texture variée, à microstructures généralement orientées, fluidales ou rubanées, à inclusions de silice ou de quartz. On note la présence de phyllites métamorphiques : chlorites-phengite et probablement cry-chlorites qui miment des biotites claires, feldspaths de néogenèse cristaux de pyrite dans des "poches d'étirement". La présence de ces minéraux indique l'existence d'un épimétamorphisme certain dans une zone de plissements légers (cf. 2ème Partie - Chapitre VI, B).

Ces calcaires sont complètement azoïques.

. Coupe de la cote 123,20 : "série de calcaires marmoréens" -

Cette coupe a été effectuée à l'extrémité sud ouest de la montagne, au point coté 123,20 (Pl.37 fig.69). L'épaisseur des sédiments est de 216 m.

On peut distinguer :

- à la base, un ensemble de calcaires saccharoïdes, gris-rosé, beiges à gris-noirâtre, plus ou moins cargneulisés, pulvérulents au choc, dont l'épaisseur est de 71 m (a) (Pl.37 fig.68).

- des calcaires marmoréens, gris ou blancs, pulvérulents au choc, mesurés sur 145 m (b),

Les plaques minces m'ont montré des sparites parfois grossières, à texture souvent orientée ou fluidale, et ne présentant aucun reste organique.

En conclusion, le Djebel Ichkeul garde une grande partie de son mystère. Nous avons simplement la preuve de l'existence :

- du Trias (découverte de Myophoria cf. elegans sur le flanc sud),

- du Kimméridgien daté par fossile dans l'extrémité nord est.

A mon avis, et compte tenu de mes connaissance paléogéographiques sur le Trias de Tunisie et de Sicile, une grande partie de la montagne pourrait appartenir au Trias - Infralias - Lias carbonaté ; les sédiments auraient été rendus complètement méconnaissables par suite de l'action du métamorphisme (voir 2ème partie, Chapitre VI).

B - /DJEBEL HAIRECH/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Hairech, situé à 5 kilomètres à l'Ouest de Souk el Arba, constitue une entité montagneuse bien individualisée au milieu de la plaine de la Medjerda. Il figure sur le quart nord est de la feuille au 1/50 000 de Ghardimahou (feuille n°31).

Le massif atteint sa plus grande altitude au Kef el Abid à 690 m, la différence de niveau par rapport à la plaine étant de 550 m. Il est limité, au Sud et au Sud Est, par le cours de la Medjerda, et bordé, au Sud Ouest et au Nord Est, par les ruines romaines de Chemtou et de Bulla Regia.

Le coeur du massif est constitué par des schistes à petits bancs de grès et de dolomie, recouverts de maquis épineux. A la périphérie se développent des dolomies qui constituent les collines dénudées de Chemtou, Sidi Assem, Sidi Abdallah, Kef el Agab au Sud et à l'Est, et la Koudiat en Nouamia au Nord (cf. Pl.1).

Les carrières de marbres de Chemtou ont été exploitées depuis l'antiquité : c'était le "marbre numidique" dont parlait PLINE au premier siècle de l'ère chrétienne. L'exploitation moderne est très sporadique.

2 - HISTORIQUE -

Les premiers auteurs, P.TERMIER et M.SOLIGNAC, 1927 (101) attribuèrent les séries du Djebel Hairech au Silurien. Il fallut les recherches de E.BERKALOFF, en 1933 (60) pour que le Trias soit reconnu dans le massif : il découvrit, dans la série schisteuse, de nombreux Equisetites déterminés comme triasiques par BERTRAND puis par J.RICOUR qui les rapprocha de Equisetites mytharum HEER.; E.BERKALOFF aurait trouvé, vers la même époque, au milieu de la série, un banc à Myophories. Il s'agirait de formes du Muschelkalk. Ce gîte n'a malheureusement pas pu être identifié par la suite (60). Equisetites mytharum HEER a été retrouvé par J.DOLZE (1954). Ce même auteur note la présence de Sphenophyllum, déterminées par J.RICOUR (11).

E.DUMON a effectué, en 1939, une étude stratigraphique et structurale de l'Hairech et dessiné une carte géologique au 1/20 000 accompagnée de coupes sériées (Archives inédites de la S.E.R.E.P.T. - Tunis).

C.GOTTIS et P.SAINFELD signalèrent, enfin, en 1955, la présence de Lamellibranches que l'Abbé DUBAR a rapportés à des Megalodontidés probablement liasiques, dans les carbonates de la Koudiat en Nouamia et au Kef el Agab (60).

Notons, pour terminer, qu'un sondage destiné à reconnaître les séries anté-triasiques a été effectué, en 1954, sur le flanc nord du Djebel Hairech.

3 - SERIE STRATIGRAPHIQUE -

a - Sondage du Djebel Hairech -

Le sondage a été implanté aux points de coordonnées x = 392,200, y = 358,950, dans le but de rechercher le Carbonifère pour une exploitation éventuelle des charbons. Le forage a atteint la profondeur de 900 m sans rencontrer de faciès sensiblement différents de ceux observés en surface : des alternances de schistes plus ou moins silteux ou gréseux et de grès quartzeux ou quartzitiques, à rares passées dolomitiques. Les seuls fossiles rencontrés sont un débris d'Equisetites, quelques Gastéropodes et Lamellibranches et des traces de lignite.

Rien ne permet de dire que l'on soit sorti du Trias (ou du Permo-Trias ?). L'épaisseur réelle des couches traversées est de l'ordre de 850 m (C.GOTTIS) (60).

b - Série schisteuse de l'Hairech (500 m) -

Elle est constituée par une puissante série de schistes verts à "ripples marks" avec bancs de grès irréguliers et de dolomies ou calcaires roux dispersés dans la séquence.

Les grès intercalés dans la série sont parfois très durs, quartzitiques, d'autres fois plus tendres, avec des paillettes de micas. Les bancs, d'épaisseur irrégulière, peuvent atteindre 3 à 5 m (E.DUMON). Malgré la difficulté d'observation due aux éboulis et à la végétation, certaines passées gréseuses paraissent lenticulaires.

Les rares bancs de calcaires ou de dolomies intercalés ont entre 1 et 5 mètres de puissance. Ces carbonates sont très durs, recristallisés et parfois riches en fer. Ils sont localisés dans la partie supérieure de la série schisteuse.

c - Série calcaréo-dolomitique (400 m) -

Cette série se rencontre dans toutes les collines situées au pourtour du massif schisteux : Chemtou, Sidi Assem, Sidi Abdallah, Koudiat el Kadra, Kef el Agab, Koudiat en Nouamia. Elle est particulièrement bien représentée au Kef el Agab. E.DUMON a pu distinguer 2 termes dans la séquence carbonatée du Kef el Agab :

- une séquence inférieure constituée de dolomies, calcaires dolomitiques et calcaires. La roche est soit massive, soit stratifiée et sans continuité latérale du fait du tectonisme. La série est plus ou moins métamorphisée, très faillée et souvent minéralisée. Quelques travaux de recherches y ont exploité du fer et un peu de cuivre.

- une séquence supérieure formée d'une épaisse série de dolomie très caverneuse à patine grise reposant, à la base, sur quelques bancs de calcaires jaunes bien stratifiés.

Certains niveaux bréchiques renferment des fragments de schistes bleus qui pourraient appartenir aux schistes de l'Hairech.

Il n'est pas possible de subdiviser la série carbonatée dans les autres affleurements :

- la Koudiat en Nouamia est formée de calcaires dolomitiques et de dolomies parfois assez bien stratifiées avec une brèche à la base.

- La colline de Chemtou est divisée, par failles, en trois compartiments. Du fait du tectonisme et de la recristallisation, il est difficile de savoir si les marbres, qui occupent le secteur le plus occidental, sont l'équivalent latéral des dolomies massives que l'on voit, dans le compartiment est, en contact sur les schistes de l'Hairech.

- Les collines de Sidi Assem et Sidi Abdallah sont constituées de dolomies massives semblables à celles observées au Chemtou.

Lorsque le contact schistes - dolomies n'est pas masqué (Chemtou, Sidi Assem, Koudiat en Nouamia) E.DUMON a remarqué que les dolomies reposaient transgressivement sur les schistes.

En ce qui concerne l'âge de ces séries carbonatées, il faut mentionner la découverte, faite à la Koudiat en Nouamia et au Kef el Agab, par C.GOTTIS et P.SAINFELD, de Lamellibranches que l'Abbé DUBAR rapporte à des Mégalodontidés probablement liasiques.

M.DURAND DELGA a trouvé, de son côté, au Chemtou, un niveau à Encrines.

d - Etude des microfaciès -

Avec E.DUMON et A.LAZAAR j'ai échantillonné, en 1965, les séries carbonatées de l'Hairech.

. Les Marbres de Chemtou -

J'ai observé les microfaciès suivants :

- des sparites fines, homogènes, à rares quartz en baguettes corrodées et fantômes de débris d'Echinodermes (?),

- des microsparites à trainées de quartz plus ou moins corrodés,

- des sparites fines, à zones plus grossières, avec rares quartz corrodés,

- des micrites silicifiées et minéralisées (oxyde de fer).

. Partie ouest de la Koudiat el Kadra -

Les microfaciès les plus caractéristiques sont :

- des dolomicrites à débris fourchus très recristallisés : Saccocoma douteux, à filonnets nombreux et entrecroisés de calcite cristalline, avec zones bréchiques à gros quartz de néogenèse et oxyde de fer.

Il pourrait s'agir, éventuellement, du Kimméridgien-Tithonique inférieur ?

- des dismicrites à allure tourmentée, avec quartz de néogenèse.

. Piton isolé 226 au Nord de la Koudiat el Kadra -

L'affleurement correspond à des dolosparites fines, homogènes, à rares quartz corrodés.

. Butte 219 à l'extrémité nord est des schistes de l'Hairech (à l'ouest du Kef el Agab) -

Au-dessus de schistes très gréseux et micacés, avec zones gréseuses à tendance quartzitique, j'ai observé, au microscope, des dolosparites ferrugineuses à très gros quartz de néogenèse et des micrites à rares rhomboèdres de dolosparite, recristallisées par place, avec filons entrecroisés de calcite cristalline.

. Kef el Agab -

Les échantillons prélevés présentent les microfaciès suivants :

- des brèches à éléments de dolomicrites parfois à "pellets" (Lias inférieur à moyen ??) dans un ciment de dolosparite avec oxyde de fer et quartz de néogenèse.

- des brèches à éléments de dolomicrites à dolosparites, dans un ciment de micrite ferrugineuse à quartz de néogenèse (ces brèches sont d'origine tectonique très probable).

- des dolosparites grossières, à quartz de néogenèse développés entre les rhomboèdres,

- des dolosparites moyennes à grossières.

e - Datation de la série carbonatée -

Dans cette série où transparaissent, comme nous venons de le voir, le métamorphisme et les phénomènes tectoniques (abondance des quartz de néogenèse, brèches d'origine tectonique, recristallisation), les maigres éléments de datation qui restent à notre disposition sont :

- les Lamellibranches (Mégalodontidés) probablement liasiques d'après l'Abbé DUBAR,

- les structures de certains microfaciès qui pourraient évoquer le Lias inférieur à moyen ?

- la présence éventuelle de Saccocoma très recristallisés qui indiqueraient le Jurassique supérieur (Kimméridgien - Tithonique inférieur).

Sur une série schisteuse (*) datée, par les végétaux, du Trias se développerait une séquence carbonatée s'étendant du Lias (?) au Jurassique supérieur (?), ayant subi un métamorphisme du type de celui décrit au Djebel Ichkeul, et des contraintes tectoniques importantes.

(*) Pour A.JAUZEIN, l'Hairech correspondrait à une zone de cicatrice du Trias. Les séries bréchiques observées à la base de la séquence carbonatée constitueraient le témoin des traces d'expulsion s'étant produites entre le Lias et la série schisteuse permo-triasique. Il en serait de même pour le versant NW de l'Ichkeul (communication orale).

C - /DJEBEL SIDI AHMED ZAROUK/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Sidi Ahmed Zarouk est situé dans le coin nord ouest de la feuille au 1/50 000 de Ghardimahou (feuille n°31), à 2 km au Nord Est d'El Guelaa (anciennement Thuburnica).

L'altitude atteint 511 m au point le plus élevé de la colline.

C'est un lambeau de dolomies et de calcaires marmoréens remontés par la lame diapirique du Djebel es Sraïa. C.GOTTIS et P.SAINFELD ont signalé, en 1955, la découverte de Lamellibranches (Mégalodontidés) semblables à ceux du Djebel Hairech et, de ce fait, ont attribué l'affleurement au Lias (60). Ils ont, de plus, trouvé de grandes similitudes entre les faciès du Djebel Sidi Ahmed Zarouk et l'Hairech.

En 1970, G.GLACON et H.ROUVIER ont décrit une succession assez complète de jurassique coincé entre le flysch numidien et les masses carbonatées du Djebel Sidi Ahmed Zarouk : des calcaires à "filaments" du Toarcien à l'Oxfordien inférieur, des calcaires noduleux roses à "Protoglobigérines" de l'Oxfordien supérieur, des calcaires à Saccocoma du Kimméridgien, des calcaires à Tintinnoïdiens du Tithonique et du Berriasien (59).

2 - ETUDE STRATIGRAPHIQUE -

J'ai échantillonné les séries du Djebel Sidi Ahmed Zarouk, avec M.RAKUS en 1965.

Il n'est pas question, ici, de décrire une succession stratigraphique, dans cet affleurement très recristallisé et tectonisé, mais de présenter quelques faciès et microfaciès :

J'ai observé les faciès suivants :

- des calcaires recristallisés bréchiques, gris-bleu, à patine grise ou rousse,
- des dolomies massives rousses, à patine grise,
- des dolomies ou calcaires métamorphiques, à pâte fine de couleur saumon, en bancs de 30 cm,
- des brèches rouges avec malachite (près d'anciens travaux miniers)

- des dolomies finement recristallisées de teinte gris-noir, à patine grise, d'aspect massif, mais à microstratification de type "laminite",

- des dolomies ou calcaires métamorphiques gris-clair, à patine grise, mouchetés de pyrite, avec nombreux filonnets entrecroisés de calcite,

- des dolomies gris-bleu, un peu pulvérulentes, à microlitage bien visible,

- des dolomies cristallines gris-clair, très dures,

- des calcaires gris-verdâtre, tendres, à dendrites de manganèse,

- des calcaires gris-clair, à débris d'organismes très recristallisés (?).

Microfaciès : Parmi les microfaciès pouvant avoir une signification, je citerai :

- des dolodismicrites à "pellets", à organismes recristallisés (r.), notamment Saccocoma douteux (tr.), oxyde de fer (tr.). Il pourrait s'agir, éventuellement, du Kimméridgien - Tithonique inférieur ?

- des brèches à pâte calcaire (sparite) avec très gros quartz de néogenèse, oxyde de fer et malachite.

- des dolodismicrites à organismes recristallisés : Algues ?? et Ostracodes.

- des peldismicrites à organismes recristallisés : Ostracodes (r.), Foraminifères indéterminables et très fréquents quartz de néogenèse.

Ce dernier microfaciès me rappellerait, en plus recristallisé, celui observé dans le Lias inférieur à moyen des Chainons jurassiques ?

Les autres microfaciès sont peu caractéristiques : des dolosparites et sparites à filonnets de calcite cristalline et oxyde de fer.

3 - DATATION DE LA SERIE -

L'argument faunistique cité plus haut (Mégalodontidés) et les très rares arguments de microfaciès incitent à ranger la série dans le Jurassique avec, éventuellement, du Lias et du Jurassique supérieur.

Ce serait, donc, l'équivalent de la séquence décrite précédemment au Djebel Hairech.

Les travaux récents de G.GLACON et H.ROUVIER ont permis de reconnaître, par microfaciès, au voisinage du Sidi Ahmed Zarouk, une série s'étendant du Toarcien au Berriasien (59).

D - /AFFLEUREMENTS VOISINS DE GHARDIMAHOU/ -

J'ai observé, dans la carrière de Ghardimahou, des dolomicrosparites à Foraminifères recristallisés : Austrocolomia sp. (f.) et quartz de néogenèse, des dolodismicrites à rares débris d'Echinodermes, renfermant de l'anhydrite (r.), du quartz de néogenèse et de la pyrite, des dolomicrites injectées d'anhydrite, à quartz de néogenèse.

La découverte d'Austrocolomia dans les dolomies de la carrière de Ghardimahou me permet d'attribuer au moins une partie de ces carbonates à l'Hettangien. On se rappelle la présence de ce Foraminifère dans la série carbonatée basale du Djebel Ressas. On le retrouvera dans le sondage Cap Bon n°1.

E - /AFFLEUREMENTS DE L'OUED ZARGA/ -

1 - GENERALITES -

Les matériaux d'une coupe topogéologique effectuée, en 1968, par V.BENDAOUD (S.E.R.E.P.T.) dans la région d'Oued Zarga près de Medjez el Bab, m'ont permis de mettre en évidence, dans une série carbonatée et marneuse attribuée au Trias, un échantillon daté par microfaciès du Kimméridgien - Tithonique inférieur. Un inventaire plus complet des bancs carbonatés au contact du Trias, effectué par BENDAOUD en 1969, m'a révélé, en outre, l'existence du Callovo-Oxfordien inférieur et du Tithonique supérieur - Berriasien.

Une étude effectuée simultanément (1969) par le Service Géologique de Tunisie (S.PINI et J.SALAJ) a abouti à la découverte de l'Aalénien, du Bajocien et du Bathonien au Djebel Chabane, près de Medjez el Bab (90) ; une publication plus récente (1970) de S.BAJANIK et J.SALAJ indique la présence de ces mêmes étages dans la zone de cicatrice de Teboursouk (Djebel Tamrhoura...) (4).

2 - ANALYSE DES ECHANTILLONS -

Un échantillonnage des formations carbonatées a été effectué dans différents affleurements proches d'Oued Zarga (cf. fig.44).

. Cht ech Chaguetni -

J'ai observé les microfaciès significatifs suivants :

- une dolomicrite à dolomicrosparite à oolithes et "pellets" étirés, allongés, recristallisés (la structure des oolithes est encore bien visible par endroit), filonnets avec quartz, silice et oxyde de fer.

Ce faciès a déjà été observé par moi, en Tunisie septentrionale, dans le Trias supérieur à Infralias.

- des dolomicrites à dolomicrosparites à très fréquents Radiolaires sphériques (Coenosphaera), Globochaete (tr.), Saccocoma (af.) et spicules de Spongiaires (r.), petits quartz silteux et filonnets carbonatés et ferrugineux.

. Kimméridgien-Tithonique inférieur.

. Djebel Tamrhoura -

Trois types de microfaciès caractéristiques ont été remarqués :

- des biomicrites faiblement silteuses, à très fréquents "filaments" plus ou moins minces, longs et flexueux, parfois "zonés" et à

bordure dentelée, débris d'Echinodermes (r.), Radiolaires (r.), Globochaete (r.), filonnets carbonatés et ferrugineux.

Callovo-Oxfordien inférieur.

- des micrites dolomitiques peu argileuses, silteuses, à assez fréquents débris d'Echinodermes, spicules monaxones (r.), rares Ostracodes, Nodosariidae (tr.), Globochaete (tr.) et Saccocoma (r.). On note la présence de galets de dolomicrites très silteuses.

Kimméridgien-Tithonique inférieur.

- des biomicrites silteuses à très fréquents Tintinnoïdiens notamment Calpionella alpina LORENZ et Calpionella elliptica CADISCH, Spirillina sp. (tr.), fibrosphères (r.), débris d'Echinodermes (tr.) et Aptychus (tr.), baguettes de quartz de néogenèse.

Tithonique supérieur à Berriasien.

3 - CONCLUSIONS -

- Certains échantillons ont pu être rangés dans le Trias supérieur à Infralias par comparaison avec des microfaciès observés dans différentes coupes de Tunisie septentrionale.

- Différents échantillons m'ont livré des microfaciès caractéristiques du Jurassique (Dogger et Malm) :

- des microfaciès à "filaments" du Callovo-Oxfordien inférieur,

- des microfaciès à Saccocoma et Radiolaires du Kimméridgien-Tithonique inférieur,

- des microfaciès à Tintinnoïdiens du Tithonique supérieur à Berriasien.

- Le caractère presque exclusivement planctonique des différents organismes rencontrés dans le Jurassique d'Oued Zarga me permet de conclure que le dépôt des sédiments, pendant la période comprise entre le Callovien et le Berriasien, s'est effectué dans une mer largement ouverte aux influences du large (faciès "bassin").

Ce résultat rejoint les observations déjà faite sur les affleurements jurassiques situés à l'Ouest des Chaînons jurassiques : Djebel Amar, Djebel Oust, Djebel Aziz, Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, Djebel Raouas et Bene Klab et nous donne une meilleure connaissance de la paléogéographie du Jurassique en Tunisie septentrionale :

On note, en effet, la présence de faciès de type "bassin" au Jurassique moyen - supérieur dans toute la Tunisie du Nord Ouest.

- La position anarchique et les successions anormales des bancs jurassiques d'Oued Zarga (cf. fig.44) suggèrent l'hypothèse de copeaux amenés en surface lors de la montée diapirique.

CHAPITRE V

AXE NORD-SUD (TUNISIE CENTRALE)

I - GENERALITES -

L'axe Nord-Sud, situé en Tunisie centrale, constitue, nous l'avons vu, un des plus importants axes orogéniques de la Tunisie. Il s'étend, sur plus de 70 Km, de l'Oued Marguellil, au Nord, au Djebel Rhéouis, au Sud, proche de Sidi Bou Zid (cf. fig.45).

Je vais décrire, successivement, du Nord vers le Sud, les différents massifs où affleure le Jurassique :

A - le Djebel Haouareb

B - le Djebel Touila

C - le Djebel Nara

D - le Djebel Chaabet el Attaris

E - le Djebel Sidi Kralif

F - le Krechem el Kelb

G - le Djebel Faïd

H - le Djebel Rhéouis

Les attributions stratigraphiques étant souvent problématiques dans l'Axe Nord-Sud, j'utiliserai, exceptionnellement, les formations lithostratigraphiques de P.F.BUROLLET ; je distinguerai, ainsi, de bas en haut :

. la "formation carbonatée du Nara",

. la "formation argileuse de Sidi Kralif",

mais j'indiquerai, chaque fois que ce sera possible, les attributions chronostratigraphiques. Les résultats paléontologiques seront, en particulier, évoqués (i).

Le chapitre se terminera par un paragraphe consacré aux phénomènes de dolomitisation secondaire dans les séries jurassiques de l'Axe Nord-Sud (J).

II - HISTORIQUE GENERAL -

En 1936, E.DUMON et H.SCHOELLER récoltèrent, au Djebel Nara, une riche faune d'Ammonites pyriteuses (54). M.BREISTROFFER a étudié cette faune en 1937, a publié une importante liste d'Ammonites et a établi l'âge Tithonique supérieur de ce niveau (20).

Par la suite, E.DUMON et H.SCHOELLER ont trouvé, dans la série sous-jacente, quelques Ammonites mal conservées du Bajocien - Bathonien (99).

En 1946, G.CASTANY a retrouvé les gisements tithoniques et récolté, à son tour, de nombreux représentants de cette faune (35) qui a été étudiée en 1951 par S.ARNOULD-SAGET (3). G.CASTANY a consacré une importante partie de sa thèse (1951) à l'étude tectonique de l'Axe Nord-Sud (38).

En 1956, P.F.BUROLLET a défini avec précision les formations "Nara" et "Sidi Kralif" et a décrit la stratigraphie du Djebel Rhéouis (22).

En 1963, J.BONNEFOUS et J.M.MASSIN ont apporté de nouvelles précisions sur la stratigraphie du Djebel Nara et du Djebel Sidi Kralif. Le premier auteur a daté du Lias inférieur à moyen la série dolomitique inférieure, jusque-là présumée liasique sans aucune certitude, et a reconnu l'Oxfordien supérieur et le Kimméridgien - Tithonique dans les dolomies supérieures (15).

J.BONNEFOUS et M.RAKUS ont mis en évidence, en 1965, la présence du Lias supérieur dans différents points de l'Axe Nord-Sud : Djebel Touila, Djebel Nara, Djebel Faïd. Ils ont montré qu'au Djebel Touila l'ensemble Toarcien - Bajocien, daté par Ammonites, était représenté par une série condensée de dolomies à oolithes ferrugineuses. Ils ont découvert le Callovo-Oxfordien inférieur au Djebel Haouareb (14).

J.BONNEFOUS, P.GUIRAND et M.RAKUS (1966) ont démontré la présence du Callovo-Oxfordien inférieur et de l'Oxfordien supérieur au Djebel Chaabet el Attaris (Rapport S.N.P.A. inédit).

P.GUIRAND a étudié l'Axe Nord-Sud au point de vue stratigraphique et surtout tectonique (1966) ; les principaux résultats de ses travaux ont fait l'objet d'un Doctorat d'Université, soutenu en 1970 (61).

Enfin, L.MEMMI a fait, en 1967, une mise au point sur les faunes pyriteuses du Tithonique de la Chaine Nara - Kralif (74) à la suite de minutieuses récoltes effectuées par les géologues du Service Géologique de Tunisie (P.BUJALKA, T.LAJMI, L.MEMMI, M.RAKUS et J.VACEK) et par P.GUIRAND de la S.E.R.E.P.T.

III - ETUDE DES DIFFERENTS MASSIFS -

A - /DJEBEL HAOUAREB/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Haouareb constitue la terminaison septentrionale de l'Axe Nord-Sud. C'est un anticlinal dissymétrique, de direction nord-sud, à flanc est redressé et à coeur jurassique.

L'affleurement comporte deux crêtes parallèles nord-sud, le Sif el Haouareb (305 m) qui correspond au Jurassique et le Djebel Haouareb (306 m) constitué par les grès et dolomies de l'Aptien. Dans la dépression couverte située entre les deux crêtes sont représentés le Tithonique et le Néocomien.

Le Djebel Haouareb est limité, vers le Sud, par le synclinal transversal faillé de l'Oued Marguellil.

2 - COUPES STRATIGRAPHIQUES -

Avec M.RAKUS, nous avons repris et échantillonné, en 1965, la coupe donnée par G.CASTANY (1951) dans "l'étude géologique de l'Atlas tunisien oriental" p.108-109 (38).

Cette coupe, de direction E-W, a été prise sur les rives de l'Oued Souyech (cf. fig.46).

J'ai observé successivement, de bas en haut :

. Coupe de l'Oued Souyech -

- des alternances de calcaires et de marnes (a) (Pl.38 fig.70) présentant les faciès suivants :

  - des calcaires cristallins gris-bleu, en petits bancs un peu noduleux de 10 à 40 cm (Pl.39 fig.72), alternent avec des marnes et des marno-calcaires jaunâtres,

  - des calcaires gris sombre, à patine jaunâtre, en bancs de 20 à 30 cm, renferment des Ammonites et des Bélemnites,

  - des calcaires à patine violacée, en bancs de 20 à 40 cm,

  - des alternances de petits bancs de calcaires cristallins gris sombre, à patine jaunâtre, en bancs de 5 à 10 cm et de marno-calcaires gris d'épaisseur équivalente (Pl.38 fig.71),

  - des marnes gris-vert à rouille.

Cet ensemble (a) mesure 45 m d'épaisseur environ. Il a fourni des Ammonites du Bathonien : Cadomites sp. juv., Holcophylloceras sp. (déterminations - M.RAKUS) et des microfaciès caractéristiques de cet étage.

- des calcaires pseudobréchiques et des marnes (b) comportant :

  - des calcaires argileux gris sombre, rognonneux, en bancs de 5 à 10 cm, à passées marneuses,

  - des calcaires pseudobréchiques gris ou rougeâtres, à nombreuses Ammonites calcaires ou pyriteuses.

L'affleurement disparait, vers l'Ouest, sous du recouvrement, aussi nous avons décalé la coupe de 100 m vers le Nord pour étudier les termes supérieurs de la série :

. Coupe du Sif el Haouareb -

- à la base, se rencontrent des calcaires pseudobréchiques et des marnes (b') avec, successivement :

  - des calcaires à pâte jaunâtre, à patine brunâtre, en bancs de 30 cm, intercalés dans des marnes qui renferment des Ammonites, des Bélemnites et des Brachiopodes,

  - des calcaires pseudobréchiques rouges, en bancs de 20 cm,

  - au-dessus, des calcaires gris-vert à patine jaunâtre, en bancs de 15 à 20 cm, forment un petit ressaut.

L'ensemble b + b' mesure environ 40 m. Il a fourni à G.CASTANY puis à M.RAKUS une faune d'Ammonites de la zone à Peltoceras transversarium (Oxfordien supérieur). G.CASTANY cite : Phylloceras (Holcophylloceras) mediterraneum NEUMAYR, Phylloceras (Holcophylloceras) zignoi, Phylloceras cf. plicatum NEUMAYR, Oppelia arolica OPP., Perisphinctes orbignyi de LOR., Perisphinctes sp., Hibolites astatus BLAINV.

- La cuesta calcaréo-dolomitique du Sif el Haouareb (Pl.39 fig.73) (c) est constituée :

  - à la base, de calcaires cristallins dolomitiques, à pâte gris-clair, à patine jaune, en bancs de 10 à 50 cm, se débitant en plaquettes,

- de calcaires gris, rognonneux, intercalés dans le faciès précédent,

- de calcaires dolomitiques à dolomies calcaires, à pâte grise, à patine rousse, en bancs de 40 à 60 cm,

- de dolomies plus ou moins calcaires, en bancs plus massifs, formant la crête du Sif el Haouareb.

L'épaisseur de cet ensemble (c) doit approcher de 130 m(*). Il doit correspondre au Kimméridgien - Tithonique inférieur.

G.CASTANY signale, enfin, sous les éboulis, "au fond des ravins", la présence de marnes gris-cendré ou verdâtres avec bancs de calcaires roux du Tithonique supérieur (d). Nous n'avons pu retrouver cet affleurement.

Microfaciès :

Coupe de l'Oued Souyech -

J'ai observé, de bas en haut, les microfaciès suivants :

- Séquence (a) :

- des biodismicrites plus ou moins argileuses, renferment de longs "filaments" zonés à bordure dentelée (ab.), des débris d'Echinodermes (r.), des spicules de Spongiaires (r. à af.), des Aptychus sp. (tr.), des Spirillina sp. (tr. à ar.), des Lenticulina sp. (tr.), des Radiolaires : Coccosphaera (r.), des Globochaete (r.) des Ostracodes (tr.), des débris phosphatés (tr. à r.) et quelques quartz silteux,

- des biomicrites argileuses à "filaments" zonés (f.), débris d'Echinodermes (af.), spicules de Spongiaires (ar.), Spirillina sp. (tr.) et Radiolaires (ar.).

Nous avons, là, les microfaciès typiques du Bathonien-Callovo-Oxfordien inférieur ; c'est la première fois que ces étages sont signalés au Djebel Haouareb.

Leur présence est également attestée par les Ammonites que j'ai ramassées dans la partie inférieure de la série : Cadomites sp. juv., Holcophylloceras sp. du Bathonien (déterminations M.RAKUS).

(*) A.LAZAAR (S.E.R.E.P.T.) qui a effectué, en 1969, une coupe topo-géologique à l'Oued Souyech, a trouvé des épaisseurs bien plus grandes : a + b = 140 m, c = 335 m.

- Séquence (b) :

- des biomicrites argileuses montrent de petits "filaments" fins, rigides ou courbes (af.), des Globochaete (af.), des Ostracodes (r.), des débris d'Echinodermes (r.),

- des intrabiomicrites argileuses à débris d'Echinodermes (ar.), "filaments" (r.), Globochaete (af.), Spirillina sp. (r.), Lenticulina sp. (tr.), Nodosariidae (tr.) et Ostracodes (tr.),

- des biomicrites argileuses à "Protoglobigérines" (r.), Spirillina sp. (tr.), Radiolaires : Coenosphaera (ar.), Aptychus (tr.), débris d'Echinodermes (r.).

Oxfordien supérieur

Coupe du Sif el Haouareb -

- Séquence (b') : de bas en haut, j'ai observé :

- des biomicrites argileuses à "Protoglobigérines" (r.), Globochaete (f.), débris d'Echinodermes (r.), Ostracodes (r.), Spirillina sp. (tr.), Radiolaires : Coenosphaera (r.) et débris d'Echinodermes (r.),

- des intrabiomicrites à radioles d'Echinides (ar.), Radiolaires (Coenosphaera) (af.), "Protoglobigérines" (tr.), Ostracodes (r.), Spirillina sp. (tr.), Globochaete (r.), petits Gastéropodes (tr.) et spicules (ar.).

- des biomicrites à intraclasts et pellets, spicules de Spongiaires (af.), Radiolaires : Coenosphaera (af.), Globochaete (tr.), "Protoglobigérines" (r.) et Ostracodes (tr.).

- des micrites à Globochaete (ar.), débris d'Echinodermes (r.), Radiolaires (r.), "Protoglobigérines" (tr.) et Ostracodes (r.).

Oxfordien supérieur.

- Séquence (c) : j'ai noté, successivement :

- des dolomicrosparites légèrement ferrugineuses,

- des micrites dolomitiques à débris d'Echinodermes (r.), Globochaete (r.), Saccocoma ? (tr.), Ostracodes (r.),

- des dolosparites fines à rhomboèdres zonés, fantômes de Radiolaires ou de spicules (ar.) et d'Echinodermes (r.),

- des dolosparites fines à rhomboèdres zonés.

Cette série (c) pourrait correspondre, par position, au Kimméridgien - Tithonique inférieur. La présence d'éventuels Saccocoma est en faveur de cette hypothèse.

B - /DJEBEL TOUILA/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Touila constitue une zone complexe du fait qu'elle correspond à la rencontre de deux plis : pli SW-NE du Djebel Zaouia et pli méridien du Djebel Nara - Bou Gabrine (cf. fig.45).

Le coeur de la structure, formée par le pli faillé du Seffah el Beida, est marqué par la présence de Trias et de Jurassique. Le Jurassique, observé par G.CASTANY (1951), correspond au monoclinal des Djebel Loredga et Guemgouma et à l'affleurement d'Et Touila (38).

2 - COUPE STRATIGRAPHIQUE -

J'ai effectué une coupe stratigraphique du Trias et du Jurassique au Djebel Loredga, avec M.RAKUS, en 1965 (cf. fig.47).

La succession, que nous avons reconnue, est la suivante, de bas en haut :

- des marnes gypseuses bariolées, du gypse et des cargneules, (a) dont l'épaisseur est impossible à chiffrer. Trias ou Infralias probable,

- des calcaires dolomitiques à dolomies calcaires, en gros bancs métriques, avec brèche tectonique à la base (b). L'épaisseur atteint 40 m,

- une succession de dolomies calcaires argileuses, de dolomies grises à pâte fine, en bancs métriques, formant ressaut dans la topographie et de dolomies identiques en petits bancs (c). L'épaisseur est de 20 m.

L'ensemble b + c pourrait correspondre au Lias inférieur et moyen.

Au-dessus, nous avons observé :

- des dolomies oolithiques, ferrugineuses, parfois bréchiques, apparaissant sous forme de poches discontinues dans la masse dolomitique (d). L'épaisseur ne dépasse pas 3 m. Les lentilles mesurent quelques dizaines de mètres de longueur. Elles ont livré à M.RAKUS des Ammonites du Toarcien et du Bajocien : Hildoceras bifrons BRUG., Harpoceras sp., Sonninia sp.

- des dolomies de texture fine, en bancs de 20 à 40 cm, formant retrait dans la topographie, dont l'épaisseur est de 15 m (e).

- des dolomies cristallines, en bancs de 10 à 40 cm, contenant des silex et constituant une falaise de 70 m d'épaisseur (f).

- des dolomies calcaires en petits bancs, plus tendres, surmontées de dolomies cristallines, dures, en bancs de 40 à 60 cm . L'épaisseur de cet épisode est de 30 m (g).

Les séquences e, f et g correspondent, par position, au Bathonien (?) à Tithonique inférieur.

- des marnes gris-vert à intercalations de dolomies calcaires et de calcaires argileux, dont l'épaisseur atteint 35 m (h).

Cette série est datée du Tithonique supérieur par Ammonites notamment Berriasella calisto d'ORB.

- des marnes vertes, un peu gypseuses, à petits bancs de grès carbonatés, ayant 55 m d'épaisseur (i),

Ces marnes renferment une faune pyriteuse, notamment Neolissoceras grasi d'ORB. (On trouvera la liste des Ammonites composant cette faune in CASTANY). Elle date la série du Crétacé inférieur (Néocomien - Barrémien) (38).

Microfaciès : Les séquences (b) et (c) correspondent, microscopiquement, à des peldolodismicrites à aspect tourmenté ("birdseye") avec éventuel concrétionnement algaire.

L'épisode ferrugineux du Toarcien - Bajocien (d) est représenté par des dolomicrosparites à dolosparites à fréquentes oolithes ferrugineuses de grande taille (diamètre maxi. 3500µ), avec éléments figurés estompés : pellets ? et rhomboèdres zonés (Pl.96 fig.186). Ce microfaciès est très caractéristique et indique des conditions de dépôt bien particulières (cf. 6ème Partie).

Les séquences (e) à (g) sont constituées par des dolosparites, d'abord fines puis moyennes, à "nids" de rhomboèdres zonés.

Nous n'avons pas échantillonné les séries du Tithonique supérieur et du Crétacé inférieur qui présentent des faciès identiques à ceux observés dans les autres affleurements de l'Axe Nord-Sud.

C - /DJEBEL NARA/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Nara est situé au centre de l'Axe Nord-Sud.

Le Jurassique constitue un affleurement continu de 12 Km de long sur 2 Km de large, de l'Oued Ech-Chaieb, au Nord, au Kef el Hassine, au Sud.

Les dolomies jurassiques forment une falaise calcaire marquée par les sommets suivants : le Djebel el Guefalat, le Kef el Medallah, le Kef er Khoudja, le Kef el Krakrmat et le Kef el Hassine (cf. fig.48, 49 et 50).

2 - ETUDE STRATIGRAPHIQUE -

Nous avons effectué trois coupes distinctes, dont on trouvera les coordonnées en annexe : la première se situe au Kef el Hassine, terminaison méridionale de l'affleurement jurassique; la seconde à 2,5 Km environ plus au Nord, au Kef el Krakrmat ; la troisième, enfin, dite "Nara Nord", à Ali Djeridi.

La série échantillonnée, respectivement sur 417 m d'épaisseur dans les deux premières et sur 722 m dans la troisième, s'étend du Sinémurien - Pliensbachien au Néocomien.

. Coupe du Kef el Hassine et du Kef el Krakrmat (cf. fig.51) -

Formation Nara -

Cette formation, qui a été définie, en 1956, par P.F.BUROLLET près du Chaabet el Attaris (22, p.31) est constituée de deux épisodes dolomitiques que sépare une passée réduite calcaréo-marneuse ; ceci se traduit, dans la topographie, par deux falaises escarpées, séparées par un replat.

- Série dolomitique inférieure -

Epaisse de 70 m environ, cette série, tronquée par faille à la base, a pu être subdivisée en deux séquences :

- à la base, des dolomies saccharoïdes blanc-rosé à gris-rosé à patine rouille, indurées, en bancs métriques (a),

- au sommet des dolomies cristallines gris-bleu, à patine grise, en petits bancs bien différenciés de 0,15 à 0,20 m (b).

- Série marno-calcaire intermédiaire -

De puissance réduite - (17 m) -, elle est formée d'une alternance de :

- à la base, calcaires gréseux gris-jaunâtre, se débitant en plaquettes, en bancs de 0,15 m et marnes gréseuses,

- au sommet, marnes grises indurées, à rares passées de calcaire argileux gris, en bancs de 0,15 à 0,10 m d'épaisseur (c).

A la base, j'ai prélevé des Ammonites mal conservées, déterminées comme Harpoceratidae ex.gr. du Toarcien par M.RAKUS.

Une faune, en assez mauvais état de conservation, trouvée par E.DUMON et H.SCHOELLER, a permis d'attribuer, à la partie supérieure de ces alternances, un âge Bajocien à Bathonien : Witchellia sp., Sonninia sp., Cadomites sp., Sphaeroceras sp.

Ph.DUFAURE signale, dans ces niveaux, la microfaune libre suivante : Lenticulina subalata REUSS, Lenticulina ectypa CORDEY, Lenticulina ph. quenstedti GUMBEL, Lenticulina ph. munsteri (REUSS), Saracenaria cf. franconina ZIEGLER, Nodosaria cf. mutabilis TERQUEM, Pseudoglandulina cf. humilis ROEMER, Pseudoglandulina pupoides BORNEMANN, Polymorphina bilocularis TERQUEM et Spirillina sp. (Toarcien supérieur à Bajocien) (10).

- Série dolomitique supérieure -

Echantillonnée sur 190 m environ, la série est formée de dolomies cristallines gris-bleu, à patine grise ou rouille, en bancs localement métriques, localement décimétriques séparés, à la base et au sommet, par de minces épisodes plus tendres formant retrait (d) (Pl.40, fig.74).

Microfaciès : La formation Nara, fortement recristallisée et dolomitisée, ne m'a livré, en général, que des microfaciès assez peu caractéristiques : la mesure de la cristallinité des dolomies a, cependant, montré qu'il était possible, avec ce seul critère, de différencier les dolosparites inférieures des dolosparites supérieures. (cf. paragraphe J à la fin du chapitre).

Cependant, certains organismes ou structures qui me sont familières, transparaissent à travers la dolomitisation :

Série dolomitique inférieure : J'ai pu y observer des Algues : Thaumatoporella sp., Dasycladacées en gravelles, nodules plus ou moins estompés d'Algues concrétionnées probablement Spongiostromata, des Verneuilinidae ou Valvulinidae, des Echinodermes, des Mollusques et des fantômes de "pellets".

Cette association me permet de ranger la série dolomitique inférieure dans le Lias inférieur et moyen (Sinémurien à Pliensbachien) par comparaison avec les coupes des Chaînons jurassiques.

Série marno-calcaire intermédiaire : A l'emplacement de la coupe, les échantillons n'ont livré que des Radiolaires et des spicules de Spongiaires. Latéralement à la coupe, un échantillon prélevé par M.RAKUS m'a montré un microfaciès tout à fait particulier : une micrite à nombreuses oolithes phosphatées, rares grains de glauconie et quelques quartz fins ; des "filaments" fins et rigides sont présents dans le ciment.

Ce microfaciès est caractéristique du Bajocien.

Série dolomitique supérieure : Dans les échantillons de la coupe, je n'ai observé que quelques débris d'Echinodermes recristallisés mais un échantillon prélevé par M.RAKUS à 10 m environ de la base des dolomies, est particulièrement intéressant : c'est un calcaire graveleux et oolithique, à débris d'Echinodermes. J'ai pu y observer des "Protoglobigérines" qui me permettent d'attribuer ce niveau à l'Oxfordien supérieur. Les argiles de Sidi Kralif sus-jacentes étant datées du Tithonique supérieur par Ammonites et Tintinnoïdiens, la série dolomitique supérieure semble donc pouvoir être attribuée au Callovo-Oxfordien - Kimméridgien - Tithonique inférieur ?

Formation Sidi Kralif -

Son étude a fait l'objet de la seconde coupe (Kef el krakrmat). Le passage des dolomies du Nara (d') aux argiles de Sidi Kralif (e) s'effectue, en ce point, d'une façon progressive qui contraste avec le passage brutal que nous pourrons observer plus au Sud, au Djebel Sidi Kralif lui-même.

Mesurée sur 125 m, la série est constituée d'argiles et de marnes grises à gris-vert à intercalations réduites de calcaires dolomitiques, en bancs de 0,15 à 1 m, puis de calcaires.

Ce sont les couches décrites par E.DUMON, G.CASTANY, P.F.BUROLLET, qui ont fourni de nombreuses Ammonites pyriteuses. Une mise au point récente de L.MEMMI (1968) fait le point sur les faunes pyriteuses du Berriasien (cf. paragraphe i, p.211).

Microfaciès et microfaune : Les soixante premiers mètres de la série sont azoïques, aussi bien en microfaciès qu'en microfaune dégagée.

Les intercalations carbonatées correspondent à des dolomicrites ou dolomicrosparites à rares débris phosphatés, Echinodermes (tr.) et Coelentérés (tr.).

Au-dessus, une séquence de biomicrites argileuses a livré une association de Tintinnoïdiens du Berriasien : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Crassicolaria parvula REMANE, Calpionellites darderi (COLOM), Calpionellites lata LEISCHNER, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Tintinnopsella cadischiana COLOM, Stenosemellopsis hispanica COLOM, Favelloides pseudoserrata COLOM, Cornuliellina berriasiensis COLOM.

Les Foraminifères que j'ai recueillis en lavages sont : Lenticulina sp., Epistomina sp., Spirillina sp. Verneuilinidae notamment Tritaxia pyramidata et Lituolidae.

Enfin, des organismes divers ont été observés : des débris d'Echinodermes et de Lamellibranches, des débris de tests phosphatés, des Globochaete et des Ostracodes.

. Coupe du Djebel Nara Nord (cf. fig.52) -

Formation Rhéouis (a) : son épaisseur est de 183 m.

Cette formation comporte de l'anhydrite et du gypse rubanés, bariolés, à intercalations de calcaires ou de dolomie en plaquettes, en bancs décimétriques.

Les intercalations carbonatées que j'ai pu observer, en plaques minces, sont constituées par :

- des dolomicrites à dolomicrosparites graveleuses, à rares oolithes discernables, inclusions de gypse et d'anhydrite,

- des dolomicrosparites oolithiques et graveleuses à inclusions de gypse cristallin,

- des dolomicrites à fissures et cavités remplies de gypse ou d'anhydrite,

- des micrites argileuses,

- des dolomicrosparites oolithiques et graveleuses, à éléments figurés "orientés et étirés" et inclusions géométriques d'anhydrite (±)

- des dolodismicrites à "intraclasts",

- des dolodismicrites à "structure méandriforme" (Algues ?) (±).

Certains de ces microfaciès (±) sont connus dans le Trias supérieur à Infralias de Tunisie, comme nous le verrons dans le chapitre des relations du Jurassique avec le Trias.

Formation Nara - son épaisseur atteint 178 m.

Comme dans les coupes précédentes, elle peut être subdivisée en trois parties :

. Série dolomitique inférieure (b) - Epaisseur 72 m.

Les dolomies sont blanches, à patine rouille, de texture cristalline à saccharoïde, en bancs de 1,50 à 2 m.

Les différents types de microfaciès suivants ont pu être reconnus dans la série :

- des dolomicrosparites à zones de dolomie spathique ou saccharoïde avec quelques "pellets",

- des dolosparites à aspect de microbrèche tectonique (?),

- une biodolodismicrite graveleuse, à fantômes de débris (ar.) notamment des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Algues : Dasycladacées,

- une dolosparite à "nids" de rhomboèdres zonés et fantômes estompés d'oolithes.

. Série marno-dolomitique intermédiaire (c) - Epaisseur 39 m.

Elle est constituée par des marnes dolomitiques et des dolomies calcaires en plaquettes.

Les microfaciès m'ont permis de distinguer :

- des dolosparites à traces de "filaments" très recristallisés,

- des dolosparites à fantômes d'oolithes sphériques, à cortex et noyau encore visibles ; chaque oolithe empiète sur plusieurs rhomboèdres de dolomite.

Cette séquence est l'équivalent, très dolomitisé, de la série marno-calcaire que nous avons décrite au Djebel Nara sud et que nous retrouverons au Djebel Chaabet el Attaris.

Elle doit correspondre au Toarcien à Oxfordien (?)

. Série dolomitique supérieure (d) - Epaisseur 67 m.

Elle est formée de dolomies cristallines gris-foncé, à patine ocre à rouille, en petits bancs de 0,20 à 0,30 m.

Les microfaciès correspondants sont monotones :

- des dolosparites à "îlots" de rhomboèdres plus grossiers avec cubes de pyrite oxydée et joints microstylolithiques,

- des dolosparites à rares "pellets",

- des dolomicrosparites à très rares quartz silteux et petits débris phosphatés (tr.).

Formation Sidi Kralif (e) - Epaisseur 362 m.

Cette formation est constituée de marnes feuilletées, parfois un peu gypseuses au sommet, grises à ocres, à rares intercalations de calcaires souvent argileux, de texture fine.

La moitié inférieure de la séquence est très riche en Ammonites pyriteuses (cf. L.MEMMI, paragraphe i, p.211) (74).

Microfaciès : Les seules passées plus indurées de la série correspondent, de bas en haut, à :

- une argile micritique à Foraminifères (ar.) : Haplophragmium sp., Spirillina sp., Lenticulina sp., Tintinnoïdiens (ar.) notamment Calpionella alpina LORENZ et débris phosphatés (r.),

- une micrite argileuse à Tintinnoïdiens (f.) : Calpionella alpina LORENZ, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Globochaete,

- une biomicrite argileuse à débris d'Echinodermes (tr.), Spirillina sp., Lagenidae et Tintinnoïdiens (f.) : Calpionellites darderi COLOM, Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Tintinnopsella carpathica (M. et F.),

- le banc supérieur correspond à une biomicrite faiblement gréseuse, à débris d'Echinodermes (f.), Lamellibranches (af.), grands Lituolidae agglutinants (ar.), Lenticulina sp.(r.), Tintinnoïdiens (r.).

Microfaune dégagée :

. Foraminifères : le tiers inférieur de la formation a livré : Lenticulina nodosa (SEGUENZA), Lenticulina eichenbergi BART. et BRAND, Lenticulina guttata guttata BART. et BRAND, Lenticulina saxonica BART. et BRAND, Lenticulina cultrata (TERQUEM), Robulus munsteri, Gaudryina chettabaensis SIGAL, Spirillines, Lituola cf. irregularis (ROEMER), Tristix acutangulatum (REUSS), Planularia crepidularis ROEMER, Citharina flexuosa (COSTA), Trochammina inflata (MONTAGU), Planularia tricarinella.

A la partie supérieure du tiers inférieur de la séquence, Epistomina cf. ornata TERQUEM, Haplophragmium aequale (ROEMER), Ammobaculites inconstans erectum BART. et BRAND, Ammobaculites eocretaceus BART. et BRAND - (déterminations C.BARUT).

Dans les deux tiers supérieurs de la formation, les Foraminifères deviennent moins abondants et les associations sont composées de petits Arénacés, de débris d'Echinodermes, de bivalves, de Gastéropodes et d'Ammobaculites inconstans erectum BART.et BRAND.

. Ostracodes : le tiers inférieur de la formation renferme les formes suivantes : Pontocyprella sp., Cytherelloidea sp., Cytherella sp. sp. (ab.), Monoceratina sp. sp., Oligocythereis sp., Procytheridea tuberculata DONZE.

Dans les deux tiers supérieurs : Protocythere aff. praetriplicata BART., Protocythere cf. saxonica BART. et BRAND (déterminations H.J. OERTLI).

Ces différents éléments de datation permettent de subdiviser la formation Sidi Kralif de la façon suivante : le tiers inférieur correspond au Tithonique supérieur - Berriasien - Valanginien inférieur, le tiers moyen est daté du Valanginien moyen et supérieur, le tiers supérieur, de l'Hauterivien ?

Les argiles de Sidi Kralif sont surmontées par les grès de la formation Méloussi (Hauterivien ?).

D - /DJEBEL CHAABET EL ATTARIS/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Chaabet el Attaris se situe entre les Djebels Nara, au Nord, et Akrouta, au Sud. C'est un axe de direction méridienne qui atteint l'altitude de 772 m, au signal du Chaabet el Attaris, point le plus élevé de l'Axe Nord - Sud (cf. fig.49).

Il figure sur la feuille au 1/50 000 du Djebel Es Souda.

Le Trias et le Jurassique apparaissent dans un compartiment bordé de failles sur tout le pourtour.

2 - COUPE STRATIGRAPHIQUE -

La coupe s'étend de la formation "Rhéouis" (Trias supérieur à Infralias) à la formation "Sidi Kralif" (Néocomien) (cf. fig.53 et 54).

La portion jurassique de la coupe est affectée d'une faille qui provoque une répétition des dolomies inférieures de la formation Nara (Lias).

De même, la formation Sidi Kralif (Tithonique à Valanginien) est tronquée obliquement par un autre accident.

P.GUIRAND a pu observer, de bas en haut, les successions suivantes :

. Formation Rhéouis (a) - Epaisseur 205 m.

Elle est constituée d'anhydrite et de gypse rubanés, bariolés, à intercalations décimétriques de dolomies plus ou moins calcaires, en plaquettes.

J'ai pu observer, dans cette formation, les microfaciès suivants :

- des peldolomicrites à imprégnation ou inclusions de gypse,
- des dolomicrites ou dolomicrosparites oolithiques, à inclusions de gypse,
- des microsparites dolomitiques à oolithes "étirées et orientées" dont les noyaux renferment un peu d'oxyde de fer. La matrice est légèrement gypseuse,

- des micrites avec zones microbréchiques (phénomène tectonique ?),

- des pelmicrites à "pellets" orientés,

- des dolomicrites oolithiques et anhydritiques à grosses oolithes sphériques, dénuclées ou à inclusions d'anhydrite. Par place, les oolithes sont en voie de digestion par le sulfate.

Nous retrouvons, ici, les microfaciès caractéristiques du Trias supérieur à Infralias, déjà observés au Djebel Nara Nord.

. Formation Nara - Partie inférieure (b) - Epaisseur 107 m -

Elle est formée de dolomies cristallines blanches, à patine rouille, en bancs de deux mètres environ.

Les microfaciès, homogènes, correspondent à des dolodismicrites à aspect tourmenté et à des dolosparites.

Un échantillon situé au tiers inférieur de la série est une microbrèche tectonique : de grands éléments anguleux constitués de gros rhomboèdres de dolomite sont repris dans un ciment de dolosparite plus fine.

Cette série est en contact, par faille, avec la formation Sidi Kralif.

. Formation Sidi Kralif (e') - Epaisseur 9 m -

Constituée de marnes feuilletées jaune-verdâtre, elle correspond à un copeau de Crétacé coincé entre deux masses sensiblement équivalentes de la formation Nara (Lias inférieur et moyen). La présence de Protocythere aff. praetriplicata DAMM. et BRAND, Paleocythere sp. sp. a permis à H.J.OERTLI d'attribuer à cette séquence un âge Valanginien moyen à supérieur.

Une nouvelle faille nous fait retomber dans la formation Nara.

. Formation Nara - Partie inférieure (b') - Epaisseur 131 m -

Les dolomies sont identiques à celles que nous avons décrites précédemment ; on observe, cependant, une diminution de l'épaisseur des bancs dans la partie supérieure de la série.

En microfaciès, j'ai observé des éléments nouveaux dus, sans doute, à une recristallisation moins poussée :

- des intradolosparites à microstratification visible,

- des dolodismicrites à rares "pellets",

- des microsparites à fantômes très estompés d'éléments figurés,

- des biodismicrites à nodules d'Algues concrétionnées : Spongiostromata recristallisées ? et très rares Gastéropodes,

- des dolosparites à fantômes d'oolithes et très rares débris d'Echinodermes très recristallisés.

. Formation Nara - Partie moyenne (c) - Epaisseur 45 m.

Des marnes dolomitiques soyeuses, ocres, alternent avec des dolomies en plaquettes et avec des calcaires.

Des Ammonites ont été prélevées dans ces niveaux par P.GUIRAND et déterminées par M.RAKUS : à la base : Hildoceras sp. et Cadomites sp., au-dessus : Parkinsonia sp., au sommet : Perisphinctes sp., Calliphylloceras sp.

On note la présence de Cancellophycus.

J'ai pu distinguer, en microfaciès :

- à la base, le Toarcien - Aalénien : daté par Ammonites, il ne présente par un microfaciès caractéristique : il est formé par une dolomicrosparite argileuse, à petits quartz silteux, avec oxyde de fer,

- au-dessus, le Bajocien - Bathonien : daté par Ammonites, il correspond a une biomicrite un peu argileuse et silteuse, à "filaments" fins, rigides (af.), débris de Mollusques recristallisés (tr.), Lenticulines (tr.), grains de chlorite (r.).

  Des oolithes chloriteuses et ferrugineuses, très rares, ici, rappellent les niveaux à oolithes ferrugineuses que j'ai décrits plus au Nord, dans la coupe du Djebel Touila.

- Callovo-Oxfordien inférieur (?) : ces étages pourraient être représentés par une pelbiodolosparite à abondants "filaments" épais, rigides, zonés, Ostracodes (tr.) et Lagenidae ? (tr.).

- au sommet, l'Oxfordien supérieur : daté par macrofaune, il est constitué de biomicrites oolithiques, à oolithes parfois centrées sur des Foraminifères (af.) : "Protoglobigérines" (ar.), Lenticulines (r.), Ophthalmidiidae (tr.), Globochaete (tr.), Ostracodes (tr.), débris de Lamellibranches (tr.) et Echinodermes (tr.).

Le dernier banc de la série est une micrite argileuse renfermant les mêmes débris et la même microfaune avec, en plus, Saccocoma (tr.) et Aulotortus sp.

Ce microfaciès annonce le Kimméridgien.

. Formation Nara - Partie supérieure (d) - Epaisseur 233 m -

La série est constituée, successivement, par :

- des dolomies cristallines gris-foncé, à patine ocre, en bancs bien stratifiés, de 0,20 à 0,40 m,

- des dolomies gris-verdâtre, à patine fauve, en plaquettes décimétriques, alternant avec des dolomies de texture grossière, altérées et friables.

En ce qui concerne les microfaciès, j'ai pu observer :

- des dolosparites à structure parfois "oeillée", avec des joints microstylolithiques,

- des intradolosparites parfois un peu argileuses, à aspect tourmenté (remaniements intraformationnels ?),

- des dolodismicrites renfermant quelques rhomboèdres "zonés" et des débris d'Echinodermes (tr.).

J'ai remarqué tout particulièrement :

- une micrite argileuse à Foraminifères (r.) : Arénacés et Aulotortus sp., Ostracodes désarticulés (r.), Globochaete (tr.), rares "pellets" (à la base de la série),

- une dolosparite à rhomboèdres engrénés, à assez fréquents Radiolaires sphériques "treillissés" (Coenosphaera) épigénisés en oxyde de fer,

- une dolomicrite à dolomicrosparite à Saccocoma très recristallisés (r.) et Radiolaires (tr.), dans le haut de la série.

La présence de Saccocoma me permet de ranger les dolomies supérieures du Nara dans le Kimméridgien - Tithonique inférieur.

. Formation Sidi Kralif (e') - Epaisseur 176 m -

La série est affectée d'une faille, dans le tiers supérieur de la formation. Elle est formée par des marnes grises, feuilletées, gypseuses au sommet, avec rares et minces intercalations de calcaire argileux ocre.

Sauf dans sa partie tout à fait supérieure, les marnes sont riches en Ammonites pyriteuses.

Microfaciès : les intercalations indurées m'ont livré les microfaciès suivants :

- des dolomicrosparites à rares quartz silteux,

- des biomicrites argileuses à débris d'Echinodermes (r.), notamment Saccocoma sp., Ostracodes (r.), Foraminifères (ar.) : Lenticulina sp., Spirillina sp., Globochaete (tr.), Tintinnoïdiens (f.) : Calpionella alpina LORENZ (af.), Calpionella elliptica CADISCH (tr.), Tintinnopsella carpathica (M. et F.) (r.).

  Cette association caractérise le Tithonique supérieur et le Berriasien.

- des intradolosparites ferrugineuses d'aspect tourmenté, à rares rhomboèdres "zonés".

Microfaune dégagée :

. Foraminifères : Ils sont nombreux et bien conservés mais la composition des associations est monotone. Les genres et espèces sont, sensiblement, les mêmes que ceux décrits pour le Djebel Nara Nord.

. Ostracodes : La présence de certaines espèces ainsi que leur degré d'évolution a permis à H.J.OERTLI d'établir des subdivisions fines :

  - Berriasien à Valanginien inférieur : avec Pontocyprella sp., Cytherelloidea sp., Cytherella sp. sp. (ab.), Monoceratina sp.sp. et Oligocythereis sp.

  - Valanginien moyen à supérieur : La coupure Valanginien inférieur/Valanginien moyen à supérieur a été placée à l'apparition de Protocythere cf. saxonica BART. et BRAND qui, selon les connaissances actuelles, n'apparait pas avant le Valanginien moyen. Cette forme est accompagnée de Bairdia sp.sp., Pontocyprella sp., Cytherelloidea sp., Cytherella sp.sp., Monoceratina sp.sp., Oligocythereis sp., Macrocypris sp.

E - /DJEBEL SIDI KRALIF/ -

1 - GENERALITES -

Le Djebel Sidi Kralif, situé entre le Djebel Akrouka, au Nord, et le Djebel Faïd, au Sud, atteint 705 m au Signal du Sidi Kralif. Les dolomies jurassiques forment une crête de direction NE-SW, tandis que les argiles de Sidi Kralif correspondent à une dépression parcourue par l'Oued el Kharroub. (cf. fig.55 et 56).

2 - ETUDE STRATIGRAPHIQUE -

La coupe topogéologique a été réalisée en plusieurs tronçons, du fait de l'existence de zones faillées (cf. fig.57).

Coupe A -

. Formation Nara (a) - Epaisseur mesurée 182 m -

Il s'agit, ici, uniquement, des dolomies supérieures de la formation Nara.

La série est constituée par des dolomies blanches à grises, à patine ocre, en bancs de 0,20 à 0,70 m, à rares passées de dolomies plus marneuses ; elle se termine par un banc de calcaire dolomitique. En plaques minces, les dolomies (dolosparites à dolomicrosparites) présentent, très rarement, des "pellets".

Elles sont presque complètement azoïques.

J'ai cependant noté les rares "bioclasts" recristallisés suivants : des débris d'Echinodermes, des réseaux spiculaires ferruginisés d'Eponges (Pl.96 fig.187), des Radiolaires sphériques ferruginisés (Coenosphaera), des débris de Bryozoaires, recristallisés et silicifiés ; dans la partie tout à fait supérieure des Aptychus et Saccocoma.

Les Saccocoma nous montrent que nous sommes dans le Kimméridgien - Tithonique inférieur.

Coupe B -

La coupe B nous fournit le passage des dolomies du Nara aux marnes de Sidi Kralif.

Le dernier banc de la formation carbonatée correspond à une micrite peu dolomitique, à trame ferrugineuse rougeâtre, qui renferme quelques très rares Radiolaires et Saccocoma.

Les calcaires intercalés dans les marnes sont des micrites parfois dolomitiques qui ont livré de très rares débris phosphatés, Radiolaires, Ophthalmidium sp., Nodophthalmidium sp. et Lenticulina sp.

Coupe C -

La base (dolomies supérieures du Nara) est azoïque ; seul un échantillon a fourni des Valvulinidae ou Verneuilinidae, Lenticulines, Radiolaires et débris recristallisés.

Les marnes de Sidi Kralif, dont les intercalations indurées correspondent à des micrites peu argileuses à trame rougeâtre, constitue un bel exemple du passage progressif Tithonique supérieur - Berriasien - Valanginien.

Ces niveaux m'ont livré :

- des Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, "Calpionella undelloides" COLOM, Calpionellites neocomiensis COLOM, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Tintinnopsella cadischiana COLOM, Tintinnopsella longa COLOM, Stenosemellopsis hispanica COLOM, "Calpionellopsis thalmanni" (COLOM).

- des Foraminifères : Lenticulina sp., Epistomina sp., Spirillina sp., Nodosaria sp., Saracenaria sp., Textulariidae, Verneuilinidae notamment Tritaxia pyramidata, Marssonella oxycona, Polymorphinidae, Glomospira sp., Haplophragmoides sp.

- des organismes divers : Radiolaires, calcisphères, Globochaete, Ostracodes, spicules de Spongiaires et débris d'Echinodermes.

F - /KRECHEM EL KELB - DJEBEL SIDI KRALIF/ -

En 1965, j'ai effectué, avec M.RAKUS, une nouvelle coupe du Djebel Sidi Kralif, au Krechem el Kelb - coupe dite de l'Oued. L'échantillonnage et la récolte de macrofaune ont porté sur les séries comprises entre les dolomies inférieures de la formation Nara et les dolomies supérieures.

COUPE STRATIGRAPHIQUE (cf. fig.58 et Pl.40 fig.75) -

La succession, d'Est en Ouest et en montant dans la série, est la suivante :

- les dolomies inférieures du Nara (a),

- des alternances de marnes grises et de dolomies argileuses gris-vert, formant combe (b) dont l'épaisseur est de 15 m et comportant successivement :

  . des dolomies argileuses gris-vert clair, en petits bancs rognonneux de 10 à 20 cm, avec Harpoceratidés pyritisés du Toarcien,

  . des marnes grises à Ammonites pyritisées du Toarcien,

  . des dolomies gris-vert clair, à patine gris-jaunâtre, à taches rouilles, se débitant en "miches", en bancs de 10 à 20 cm, (Pl.41 fig.77 - Pl.42 fig.78),

  . des dolomies gris clair, à patine gris-jaune, en bancs de 5 cm intercalés dans des marnes grises (épaisseur 30 cm) (Pl.41 fig.76),

- une petite barre carbonatée de 3 m d'épaisseur, formant ressaut dans la topographie (c) comprend, successivement :

  . des calcaires à pâte gris-noir, en bancs de 20 cm,

  . des dolomies cristallines gris-clair, à patine grise, avec silex (Pl.42 fig.79),

  . des calcaires gris-bleu, à patine rouille renfermant des Cancellophycus (Pl.43 fig.80),

  . des dolomies cristallines glauconieuses.

- des alternances de dolomies, de calcaires et de marnes (d) sur 15 m ; les calcaires gris-bleu, à patine jaune ou rouille, en bancs de 10 à 50 cm, intercalés dans des marnes grises, renferment des Ammonites et des Brachiopodes ; j'y ai trouvé Parkinsonia sp. (?) du Bathonien (?) (Détermination M.RAKUS).

- des dolomies cristallines, en bancs plus massifs (e), dont l'épaisseur est de 10 m,

- des calcaires gris-bleu, à patine gris-noir, en bancs réguliers de 10 à 30 cm, formant une barre de 5 à 6 m (f), (Pl.43 fig.81),

- des calcaires gris-bleu, à patine gris-noir, en bancs de 10 à 30 cm et des calcaires bioclastiques à Brachiopodes formant une deuxième barre de 3 m et séparée de la précédente par un banc de dolomie (g),

- des dolomies massives correspondant aux dolomies supérieures de la formation Nara (h) (Pl.44 fig.82).

Microfaciès :

- Séquence (a) :

Les dolomies inférieures de la formation Nara, échantillonnées seulement au sommet de la séquence, correspondent à des dolosparites à rhomboèdres zonés.

- Séquence (b) :

Cette série, datée à la base du Toarcien par Ammonites, comporte, de bas en haut, les microfaciès suivants :

- des dolomicrosparites à rares oolithes ferrugineuses et petits quartz de néogenèse,

- des dolomicrosparites à dolosparites, à fantômes de débris notamment d'Echinodermes (ar.), avec inclusions ferrugineuses et très rares quartz silteux,

Toarcien à Bajocien (?)

- Séquences (c), (d), (e) :

- des biopeldismicrites recristallisées, à très fréquents "filaments" zonés. Des rhomboèdres de dolomite sont disséminés, ainsi que quelques quartz silteux,

- des dolosparites grossières,

- des dolosparites très glauconieuses, à fantômes d'éléments figurés : "pellets" ? et rhomboèdres zonés,

- des biopeldismicrites à "filaments" zonés (ab.), débris d'Echinodermes (r.), Lenticulina sp. (tr.), Globochaete ? (r.) et oxyde de fer.

Cette série correspond au Bathonien (?) à Callovo-Oxfordien inférieur.

- Séquences (f), (g) :

- des biopelmicrites oolithiques, renferment des débris d'Echinodermes (ar.), des Ostracodes (ar.), des "Protoglobigérines" (tr.), des Spirillina sp. (r.) et des Globochaete (r.),

- des biopelmicrites à débris d'Echinodermes (ar.), Ostracodes (ar.), Spirillina sp. (r.) et Globochaete (r.),

- des biodolodismicrites silteuses à très fréquents débris d'Echinodermes, de Mollusques notamment des Lamellibranches et de Brachiopodes.

Les microfaciès permettent de ranger la série dans l'Oxfordien supérieur.

Nous retrouvons, au Krechem el Kelb, les microfaciès à oolithes ferrugineuses du Toarcien - Bajocien déjà observés, dans l'Axe Nord-Sud, au Touila et au Nara, ceux à filaments zonés du Bathonien à Callovo-Oxfordien inférieur trouvés précédemment à l'Haouareb et au Chaabet el Attaris, enfin les faciès à "Protoglobigérines" de l'Oxfordien supérieur déjà décrits au Chaabet el Attaris et au Djebel Nara.

G - /DJEBEL FAID/ -

Le Djebel Faïd est situé immédiatement au Nord de la route de Sfax à Sbeitla et au Sud du Djebel Sidi Kralif (cf. fig.55). Il atteint l'altitude de 644 m au signal du Faïd placé sur la corniche calcaire du Cénomano-Turonien.

G.CASTANY avait indiqué, en 1951 (38), que le coeur de l'anticlinal du Faïd était constitué par les "calcaires" massifs du Jurassique surmontés des marnes et marno-calcaires du Tithonique supérieur - Berriasien et du Néocomien.

La série jurassique est faillée et jalonnée par le Trias évaporitique à l'Est (cf. fig.59).

En 1965, j'ai fait une reconnaissance rapide au Djebel Faïd, avec M.RAKUS, et prélevé un certain nombre d'échantillons caractéristiques. Comme dans les massifs situés plus au Nord, la formation dolomitique du Nara est formée de deux masses séparées par la dépression marneuse du Dogger.

Le Lias inférieur et moyen (dolomies inférieures du Nara) est constitué par des dolomies cristallines à patine rousse correspondant, au microscope, à des dolosparites.

La série du Toarcien, datée grâce à des Ammonites pyriteuses (Harpoceras) par M.RAKUS, et renfermant des Brachiopodes, correspond à des alternances de calcaires verts, à patine verdâtre et rouille, parfois un peu rognonneux, en bancs de 10 à 20 centimètres, et de marnes verdâtres (Pl.44 fig.83). Le microfaciès n'est pas caractéristique : il correspond à des dolomicrites à dolomicrosparites faiblement silteuses, avec, parfois, de rares débris d'Echinodermes.

Au-dessus, nous rencontrons un faciès déjà observé au Djebel Nara : il s'agit d'une dolomicrosparite silteuse à grosses oolithes phosphatées (ab.). Ce niveau doit correspondre au Bajocien - Bathonien. Ces dolomies à oolithes alternent avec des marnes ocreuses et des calcaires dolomitiques cristallins, à patine rousse, en bancs de 5 à 20 centimètres, dont le microfaciès est le suivant : des dolosparites fines renferment des fantômes d'éléments figurés (intraclasts, oolithes ?).

Nous n'avons pas échantillonné les dolomies supérieures de la formation Nara qui sont très recristallisées et identiques à celles observées, plus au Nord, dans la chaîne Nara-Kralif (Pl.45 fig.84).

Les marnes de Sidi Kralif (Pl.45 fig. 85) sont semblables au Faïd et au Djebel Sidi Kralif, mais montrent une légère diminution de puissance vers le Sud.

H - /DJEBEL RHEOUIS/ -

Le Djebel Rhéouis, situé entre les Khanguets Rhéouis et Boudinar, au Sud de la route Sfax - Sbeitla, constitue un diapir dont le flanc sud est est bordé par les dolomies jurassiques du Nara qui constituent les reliefs du Kef el Hadj. Seule la partie supérieure de la formation est visible. Elle est surmontée par la succession complète des marnes de la formation Sidi Kralif. On trouvera la description détaillée de cette coupe dans la thèse de P.F.BUROLLET (1956) (22).

En 1963, avec P.F.BUROLLET et Ph.DUFAURE, nous avons de nouveau échantillonné cette coupe dans l'espoir de paralléliser les microfaciès et les faunes d'Ammonites pyriteuses, dans les alternances de marnes et de calcaires de la formation Sidi Kralif. Malheureusement, ces microfaciès se sont révélés peu caractéristiques et les Tintinnoïdiens, en particulier, très sporadiques.

Nous avons reconnu, de bas en haut, la succession suivante:

1 - Sommet de la formation Nara = Tithonique -

Des dolosparites fines, à rhomboèdres zonés, renferment de rares quartz silteux et montrent des tâches d'oxyde de fer et des microfissures bordées d'oxyde de fer.

2 - Formation Sidi Kralif = Tithonique à Valanginien -

Elle est formée de marnes à intercalations de dolomicrosparites argileuses, ferrugineuses, de dolomicrosparites à rhomboèdres zonés et rares quartz silteux et de dolosparites fines, silteuses, à rhomboèdres zonés et oxyde de fer.

Dans la partie moyenne de la série, nous avons observé :

- des micrites dolomitiques à rares débris d'Echinodermes, Epistomina sp., Spirillina sp., Ostracodes, rares Tintinnoïdiens : Crassicolaria massutiniana (COLOM), Calpionella alpina LORENZ et fibrosphères (r.),

- des biomicrites argileuses, silteuses, à débris d'Echinides, Lenticulina sp. (tr.), Spirillina sp. (r.), Ostracodes (r.), Tintinnoïdiens (ar.), notamment Crassicolaria brevis ou parvula REMANE.

- des biomicrites argileuses, faiblement silteuses, à Tintinnoïdiens (f.) : Crassicolaria massutiniana (COLOM), Crassicolaria brevis ou parvula REMANE, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Calpionella alpina LORENZ (r.), Ostracodes (r.) et Spirillina sp. (r.).

L'association de Tintinnoïdiens et les Ammonites pyriteuses trouvées dans ces niveaux : Berriasella gr. boissieri PICTET et Dalmasiceras sp. permettent de ranger la séquence dans le Tithonique supérieur à Berriasien.

Au-dessus, nous avons noté :

- des biosparites ferrugineuses à très fréquents débris d'Echinides et de Rhynchonelles, renfermant de rares quartz.

3 - Base de la formation Méloussi = Hauterivien -

Elle est constituée par une alternance de grès fins, à quartz anguleux à subanguleux, ciment argilo-dolomitique et ferrugineux, assez rares micas, de dolodismicrites ferrugineuses, très silto-gréseuses, à débris recristallisés, de dolosparites très faiblement silteuses, à rhomboèdres zonés, et de dolomicrosparites faiblement gréseuses, un peu ferrugineuses, avec quelques débris recristallisés.

I - /FAUNES D'AMMONITES DANS LE TITHONIQUE SUPERIEUR ET LE BERRIASIEN/ / DE L'AXE NORD-SUD /

L'étude paléontologique de nombreuses coupes (Djebel Nara Nord, Kef el Khouaja, Kef el Krakrmat, et Djebel Chaabet el Attaris) a permis à L.MEMMI (1967) (74) d'individualiser six niveaux faunistiques s'étageant du Tithonique supérieur au Berriasien (cf. fig.60).

Deux de ces horizons appartiennent au Tithonique supérieur ; au Djebel Nara, on observe successivement, de bas en haut :

- un Horizon à Berriasella chomeracensis, Dalmasiceras subloevis et Micracanthoceras micracanthus,
- un horizon à Proniceras pronum, Spiticeras pseudogroteanum et nombreuses Berriaselles.

Quatre horizons ont été reconnus dans le Berriasien :

- 1er horizon à Berriasella grandis,
- 2ème horizon à Berriasella oppeli et Berriasella subcallisto,
- 3ème horizon à Neocosmoceras et Protancyloceras,
- 4ème horizon à Himalayites breveti et H.telloutensis.

. Limite Jurassique - Crétacé -

L.MEMMI fait débuter le Berriasien à une barre de calcaire fin à patine jaune située, au Djebel Nara, 60 mètres environ au-dessus du toit des dolomies du Nara (cf. fig.60).

La présence de Berriasella grandis (fossile de zone du Berriasien inférieur) lui permet de séparer le Tithonique supérieur du Berriasien et d'admettre, comme limite lithologique Jurassique - Crétacé, la base de cette barre calcaire.

Ce niveau a été reconnu dans les coupes du Djebel Nara Nord et du Kef el Krakrmat ; il fait défaut, ainsi que l'horizon à Berriasella oppeli et la base de la zone à B.boissieri, au Djebel Chaabet el Attaris.

. Age des faunes berriasiennes de Tunisie centrale -

Les Djebels Siouf (Nord du Djebel Cherahil), Kebar, Méloussi et Bou Hedma ont livré des Ammonites appartenant à l'horizon le plus élevé du Berriasien (à Himalayites breveti et H.telloutensis). Ce niveau pourrait faire le passage au Valanginien.

Ce n'est, donc, que dans une partie de l'Axe Nord-Sud qu'affleurent les termes inférieurs du Berriasien (Nara Nord et Kef el Krakrmat). Nous avons vu que les niveaux inférieurs sont absents au Djebel Chaabet el Attaris : il faut donc admettre une transgression du Berriasien dans le sens Nord - Sud ; dans la chaîne Nara - Kralif, la mer aurait atteint le Nara au Berriasien inférieur tandis qu'elle aurait attendu le Berriasien supérieur pour atteindre la région du Chaabet el Attaris (d'après L.MEMMI).

J - /PHENOMENES DE DOLOMITISATION SECONDAIRE DANS L'AXE NORD-SUD/ -

. GENERALITES (cf. fig.61) -

Les affleurements jurassiques de l'Axe Nord-Sud (formation Nara) offrent un bel exemple de dolomitisation poussée d'une série dont la lithologie et les faciès devaient être, à l'origine, très différenciés.

A la faveur de rares "témoins", plus ou moins dolomitisés, transparaissent différents microfaciès qui permettent de reconstituer la série telle qu'elle se présentait avant la recristallisation.

La relative régularité du grain des dolosparites de la formation Nara, qui englobe presque tout le Jurassique, me conduit à penser que la nature et la texture des carbonates originels doivent être sans grande influence sur la granulométrie des dolomies secondaires résultantes. La mesure, sur plaques minces, du grain maximum des dolomies et du grain "le mieux représenté", la construction des courbes correspondantes, le calcul des moyennes et l'examen des dispersions permettent de distinguer la partie inférieure de la partie supérieure de la formation Nara.

. SERIES DOLOMITISEES DU JURASSIQUE DE L'AXE NORD-SUD -

Je vais reprendre, rapidement, du Nord vers le Sud, les différents affleurements, au point de vue de la dolomitisation, des structures et organismes préservés.

. Djebel Haouareb -

Le Bathonien, le Callovo-Oxfordien inférieur et l'Oxfordien supérieur se présentent encore, ici, sous forme de calcaires ; ces étages ont pu être caractérisés par macrofaune et microfaciès.

La série sus-jacente (Kimméridgien - Tithonique ?) est, en revanche, entièrement dolomitisée et azoïque.

. Djebel Touila -

L'ensemble de la séquence, depuis le Lias moyen, est presque entièrement dolomitisé. Il faut noter, cependant, la présence des étages Toarcien et Bajocien caractérisés par Ammonites et constitués par une série condensée (3 m) de calcaires à abondantes oolithes ferrugineuses.

Ce faciès est discontinu, apparaissant sous forme de poches dans la masse dolomitique.

. Djebel Nara -

La formation Nara est subdivisée, dans cette coupe, en trois parties :

- les dolosparites inférieures,

- une mince passée de marno-calcaires et de calcaires dolomitiques en plaquettes,

- les dolosparites supérieures.

Les dolosparites inférieures nous ont montré quelques fantômes de Thaumatoporella, des concrétions d'Algues, des pellets et oolithes recristallisées, reflets des microfaciès caractéristiques à Algues du Lias inférieur et moyen trouvés dans le Nord de la Tunisie.

Les calcaires en plaquettes et les marnes ont livré des Ammonites du Toarcien et du Bajocien - Bathonien, des microfaciès à "filaments", Radiolaires, spicules de Spongiaires, oolithes et des microfaunes libres.

Les dolosparites supérieures, généralement azoïques, ont laissé transparaître, ponctuellement à la base, un faciès graveleux et oolithique à "Protoglobigérines" caractérisant l'Oxfordien supérieur.

. Djebel Chaabet el Attaris -

Nous retrouvons, ici, comme au Djebel Nara, des "témoins" du Lias inférieur et moyen dans les dolomies inférieures, en particulier des fantômes de Spongiostromata, des oolithes et des "pellets".

Au-dessus, une série condensée, datée du Toarcien à Oxfordien supérieur par macrofaune et possédant des microfaciès caractéristiques, a pu être mise en évidence. Notons, en particulier, la présence de calcaires à "filaments" (Bajocien - Bathonien et Callovo-Oxfordien inférieur) et celle des "Protoglobigérines" (Oxfordien supérieur), microfaciès bien connus et caractéristiques de ces étages dans le Nord du pays.

Dans le Bajocien - Bathonien, de très rares oolithes chloriteuses et ferrugineuses peuvent être assimilées au niveau déjà décrit au Djebel Touila.

Les rares traces organiques trouvées dans les dolosparites supérieures sont des Radiolaires (Coenosphaera) préservés de la dolomitisation par une épigénie en oxyde de fer (limonite), de très rares Saccocoma, Aulotortus sp. et Globochaete.

. Djebel Sidi Kralif -

Nous avons décrit les quelques organismes trouvés dans les dolomies supérieures : Radiolaires, spicules de Spongiaires ferruginisés, Aptychus et Saccocoma.

. Djebel Faïd -

Le Bajocien - Bathonien est représenté par un calcaire à nombreuses oolithes phosphatées.

. MESURES EFFECTUEES SUR LES DOLOMIES DE LA FORMATION NARA -

- Méthodologie -

J'ai apprécié à l'oeil puis mesuré au micromètre oculaire, sur chaque plaque mince provenant de deux coupes (Djebel Chaabet el Attaris et Djebel Nara Nord), le grain le mieux représenté et le grain maximum des dolomies de la formation Nara.

Pour chiffrer le classement, j'ai calculé les valeurs de

$$\sqrt{\frac{\text{diamètre maximum}}{\text{diamètre du grain le mieux représenté}}}$$

Cette relation, bien connue des sédimentologistes, a l'avantage de supprimer l'influence du facteur "taille du grain", donc de rendre comparable le classement des dolomies de cristallinité très différente.

- Résultats -

. Partie inférieure de la formation Nara :

J'ai noté une irrégularité de la taille du grain le mieux représenté. La valeur moyenne oscille autour de 200, 300 ou même 400µ suivant les courbes.

Le classement : $\sqrt{\frac{DM}{DR}}$ est compris entre 1,58 et 1,81.

La valeur du grain maximum est élevée et on constate une grande dispersion de cette valeur (valeur moyenne comprise entre 630 et 770µ).

. Partie supérieure de la formation Nara :

J'ai observé une relative régularité du grain le mieux représenté dont la valeur oscille généralement autour de 100μ (donc inférieur au grain correspondant des dolomies inférieures).

Le classement est mauvais $\sqrt{\frac{DM}{DR}} \neq 2$ et la valeur du grain maximum est plus faible que dans la partie inférieure de la formation (valeur moyenne comprise entre 390 et 450μ).

Si la distinction dolomies inférieures - dolomies supérieures est, donc, possible en examinant les courbes, il n'est est pas, de même, ponctuellement car les règles ci-dessus souffrent de nombreuses exceptions. On pourra le constater en examinant les courbes ci-jointes (cf. fig.62 à 66).

. CONCLUSIONS -

- Grâce à différents "témoins" peu dolomitisés que nous avons mis en évidence dans plusieurs coupes de l'Axe Nord-Sud, je propose l'hypothèse suivante : la série recristallisée de la formation Nara serait l'équivalent exact, quoique condensé et de faciès probablement plus littoral par endroits, de la séquence lithologiquement différenciée du Jurassique des Chaînons de la Tunisie nord-orientale.

- Le passage latéral calcaire-dolomie semble assez brutal bien que les faciès du Djebel Haouareb fassent transition entre ceux du Djebel Zaress et ceux du Djebel Touila (la distance est de 70 km entre le Djebel Zaress et le Djebel Haouareb, et de 10 km entre ce dernier et le Djebel Touila).

- La présence de fantômes d'organismes pélagiques au sein des séries dolomitiques ("filaments", "Protoglobigérines", Radiolaires, Globochaete, Saccocoma, etc...) de même que celle d'éléments très littoraux (Algues) ou même lacustres (concrétions d'Algues) montre que la dolomitisation a dû s'attaquer indifféremment à tous les types de faciès.

- De même, la texture originelle du sédiment me paraît avoir été sans grande influence sur la cristallinité de la dolomie secondaire résultante : en effet, la dolomitisation des sparites du Lias inférieur et moyen et celle des micrites du Kimméridgien - Tithonique semble conduire à des dolosparites de grain relativement uniforme. Il faut construire des courbes granulométriques pour arriver à les distinguer commodément.

Ces faits d'observation s'opposent aux théories classiques selon lesquelles il existe : "une relation très nette entre la dolomitisation et le milieu dans lequel ce phénomène s'opère"... et qui "considèrent que les dolomies secondaires se produisent, surtout, sur des matériaux annonçant la "fin de la séquence", c'est-à-dire les calcaires oolithiques et les calcaires récifaux"... A.VATAN (174).

Remarquons, toutefois, que, dès 1959, une publication de l'Institut Français du Pétrole (147) attirait l'attention sur les faits suivants :

"en ce qui concerne les dolomies épigéniques... on ne voit pas nettement la relation entre la granulométrie d'une dolomie et celle du calcaire originel. L'influence de cette dernière est masquée par l'influence, beaucoup plus nette, des substances non carbonatées... Néanmoins, il semble qu'à teneur voisine en silice, la dolomie soit d'autant plus fine que le calcaire originel est lui-même plus fin et homogène"... p.505.

Ce qui rejoint, en partie, mes conclusions.

On peut enfin chercher la cause de la dolomitisation quasi-générale des séries jurassiques de l'Axe Nord-Sud, en Tunisie centrale.

Je constate que l'Axe Nord-Sud a fonctionné pendant tout le Mésozoïque comme une zone haute et instable liée au "haut fond de Sidi Bou Zid" ("Ile de Kasserine" de P.F.BUROLLET) mis en évidence en Tunisie centrale.

On peut alors concevoir une dolomitisation pénécontemporaine ou peu tardive, liée au tectonisme et s'attaquant aussi bien aux sédiments littoraux du Lias qu'aux sédiments pélagiques du Dogger et du Jurassique supérieur.

Cette dolomitisation aurait cessé avec l'approfondissement de la mer au Tithonique supérieur - Néocomien (argiles et marnes à Ammonites pyriteuses et Tintinnoïdiens de la formation Sidi Khalif), pour reprendre à nouveau dans les séries crétacées très littorales du Méloussi (Hauterivien) et du Zebbag (Cénomanien - Turonien).

CHAPITRE VI

A - /ETUDES GEOCHIMIQUES DES SERIES JURASSIQUES DE TUNISIE (CHAINONS / / JURASSIQUES ET AFFLEUREMENTS OUEST) - /

D'après J.BONNEFOUS et B.KUBLER "Etudes stratigraphiques et géochimiques d'échantillons de terrains jurassiques de Tunisie (Région Nord Est)" - Bull. Centre Rech. Pau - S.N.P.A. 2, 2, pp.283-319 - 1968 (18).

1 - INTRODUCTION -

L'école géochimique considère le résidu insoluble comme un des paramètres fondamentaux de l'analyse des roches carbonatées. Depuis les travaux de KRYNINE (1948) (149), les techniques se sont perfectionnées : étude de la matière organique soluble et insoluble aux solvants organiques, étude de la fraction fine des roches et de leurs éléments en traces (KULBICKI, 1963) (151).

KUBLER a retenu, pour cette étude, comme critères caractéristiques des conditions de dépôt :

- la teneur totale en carbonates,
- le carbone organique du résidu insoluble : CO (RI),
- les éléments en traces (Bore, Vanadium, Chrome, Molybdène, Plomb, Zinc, Cuivre) et le quartz de la fraction fine du résidu insoluble.

La figure 67 montre les affleurements de la Tunisie du NE ayant fait l'objet d'une étude géochimique.

2 - METHODES ANALYTIQUES -

Suivant les méthodes pratiquées au Département Sédimentologie-Géochimie du Centre de Recherches de la S.N.P.A., les dosages suivants ont été effectués :

- le dosage des constituants minéralogiques majeurs (Quartz, feldspaths, calcite, dolomite, etc...), par diffractométrie X. Il s'agit d'une mesure semi-quantitative,
- le dosage des minéraux argileux, par diffractométrie X,
- le dosage du carbone organique du résidu insoluble total par absorption du CO_2,

- le dosage des éléments en traces de la fraction insoluble plus fine que 5 microns par spectrométrie d'émission UV à lecture directe (KULBICKI, SOURISSE et BARADAT, 1967) (152).

- le dosage du quartz et de la silice libre cristallisée contenue dans la fraction insoluble plus fine que 5 microns, par diffractométrie X.

3 - LE QUARTZ DANS LA FRACTION FINE -

La figure 68 montre que le comportement du quartz en fonction de la teneur en carbonates est différent dans le Lias - Dogger et dans le Malm.

. Le Lias et le Dogger -

- Les observations : (fig.68, en haut à gauche) -

Dans le Lias - Dogger, d'après la distribution des valeurs, KUBLER a pu distinguer trois aires qui correspondent, respectivement, au Lias, au Dogger et au Callovo-Oxfordien inférieur :

- dans la première aire (pointillé), il observe une excellente corrélation inverse entre le quartz et la teneur en carbonates,

- dans la deuxième aire (hachures verticales), il constate que la distribution est anarchique,

- dans la troisième aire (hachures horizontales), il note une corrélation directe entre la diminution des carbonates et celle du quartz fin.

Les fortes teneurs en quartz fin sont liées, à partir de l'Aalénien, à l'abondance des Radiolaires dont la silice a recristallisé en fins cristaux de quartz parfaitement dosables par diffraction X. Ce quartz fin n'est donc pas détritique.

- Comparaison avec les microfaciès -

Dans les "platiers à Algues" du Sinémurien - Pliensbachien inférieur, très riches en carbonates (plus de 99,9 %) - fig.72, le quartz est trop faible pour être dosé, il n'apparait pas non plus au microscope.

Le pourcentage de carbonate diminue légèrement avec les biomicrites bioclastiques et graveleuses à faune néritique du Domérien (milieu agité). L'apparition des "filaments", dès le Toarcien, correspond à une nouvelle diminution du pourcentage des carbonates et à une augmentation du quartz fin, donc à l'établissement d'un milieu plus tranquille - fig.72.

Dans l'Aalénien, les conditions de sédimentation de type "bassin" sont définitivement établies, le quartz des Radiolaires (*) - ceux-ci bien visibles en plaques minces - forme jusqu'à 60 % de la fraction fine, les carbonates sont toujours inférieurs à 96,7 % (fig.72).

En continuité avec l'Aalénien, les faciès pélagiques à Radiolaires se poursuivent au Bajocien - Bathonien. Les Radiolaires atteignent le maximum de leur développement et le quartz près de 70 % du résidu insoluble fin (fig.72).

Les deux échantillons du Bathonien, peu calcaires et pauvres en quartz fin, annoncent l'invasion du détritisme terrigène fin qui se développera mieux au Callovo-Oxfordien inférieur.

Dans celui-ci, les Radiolaires se raréfient avec l'augmentation des marnes, donc la diminution des carbonates (fig.72). Cependant, les associations faunistiques restent typiquement du type "bassin".

- Interprétation : (fig.68, en haut à gauche) -

Les calcaires néritiques ou de plate-forme ont tendance à être plus riches en carbonates que les calcaires pélagiques ou de "bassin". Pour la distribution de la silice, l'expérience a montré qu'il fallait distinguer, dans chaque cas, les milieux plate-forme et "bassin" siliceux et non siliceux.

Le passage d'un milieu plate-forme à un milieu bassin est illustré par la décroissance des carbonates de la première aire (pointillé). Mais ce passage est encore mieux souligné par la forte croissance du quartz fin. Cela provient du fait que, du Sinémurien - Pliensbachien à l'Aalénien, le milieu de dépôt est passé d'un milieu plate-forme non siliceux à un milieu "bassin" très siliceux.

La deuxième aire (hachures verticales), qui correspond aux sédiments du Dogger, représente un milieu "bassin" calcaire toujours assez riche en carbonate, mais dans lequel les concentrations en Radiolaires sont très variables ; c'est la raison de la dispersion des teneurs en quartz en fonction des carbonates.

Dans la troisième aire (hachures horizontales), l'invasion du bassin calcaire à Radiolaires par du détritisme terrigène fin est mise en lumière par la diminution des carbonates, mais aussi par

---

(*) Les Radiolaires, généralement calcitisés, semblent avoir cédé leur silice originelle à la matrice de la roche qui les renferme.

celle du quartz fin. Le détritisme terrigène n'a donc pas apporté de quartz fin. Cette tendance était déjà amorcée au Dogger puisque deux échantillons du Bathonien appartiennent à la troisième aire et la prolongent, groupant surtout des valeurs du Callovo-Oxfordien.

Ainsi, dans le Lias et le Dogger, grâce à la relation qui lie le quartz fin et les carbonates, il est possible de reconnaître, d'une part le passage d'un milieu plate-forme à un milieu bassin siliceux, d'autre part, de distinguer deux faciès carbonatés de type "bassin", l'un siliceux, l'autre non siliceux, et d'apprécier, enfin, l'invasion progressive du faciès "bassin" par des argiles.

. Le Malm -

- Les observations (fig.68, en bas à gauche) -

Les corrélations quartz-carbonates sont très différentes dans le Jurassique supérieur (Oxfordien supérieur à Kimméridgien - Tithonique). Alors que dans le Lias - Dogger, le pourcentage maximum de quartz dans la fraction fine était enregistré pour des teneurs en carbonate variant de 70 à 90 %, c'est le contraire dans le Jurassique supérieur : pour les mêmes teneurs en carbonates, le quartz est minimum.

L'augmentation du quartz fin se localise, alors, de part et d'autre de cette zone, c'est-à-dire vers 50 % d'une part et 99,9 % de carbonates d'autre part. Cette distribution particulière des valeurs permet à KUBLER de reconnaître trois zones :

La première groupant des échantillons de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien - Tithonique, marque la tendance du quartz fin à diminuer avec l'augmentation des carbonates, dans la gamme des valeurs comprises entre 50 et 70 % de carbonates.

Dans la seconde, s'esquisse la tendance à l'augmentation du quartz avec l'augmentation des carbonates au-dessus de 90 % de carbonates. Cette zone ne groupe que les échantillons du Kimméridgien - Tithonique.

On retrouve, dans la troisième, la tendance à la diminution du quartz avec l'invasion du détritisme terrigène fin, c'est-à-dire avec une diminution des carbonates, au-dessous de 50 % de carbonates.

- Comparaison avec les microfaciès -

La proportion de carbonates dans les biomicrites à "Proto-globigérines" peut dépasser 90 % de carbonates, le quartz fin restant inférieur à 10 %.

Dans le faciès "ammonitico-rosso", le résidu insoluble atteint 60 % de la roche totale, le quartz varie de 30 à 40 %. Le Kimméridgien - Tithonique à faciès "bassin" présente encore quelques Radiolaires, le quartz originaire de ces Radiolaires atteint, au maximum, 25 % de la fraction fine. Les biomicrites à Tintinnoïdiens renferment, parfois, plus de 90 % de carbonates, mais les teneurs en quartz fin restent inférieures à 10 %.

Au Djebel Zaghouan (Djebel Staa et Poste Optique), les milieux "mixtes" et "récifaux" sont marqués par une augmentation des carbonates (plus de 90 %) et par une augmentation parallèle du quartz fin. L'origine de ce quartz n'est plus à rattacher à la présence de Radiolaires.

- Interprétation -

Des trois zones définies ci-dessus, seule la troisième a, déjà, été rencontrée dans le Lias - Dogger, c'est-à-dire celle qui correspond à une diminution des carbonates et du quartz fin, par invasion du milieu "bassin" (calcaire avec quelques Radiolaires) par des détritiques terrigènes (dépourvus de quartz fin).

Les deux autres zones sont exactement opposées à leur correspondants du Lias - Dogger. La seconde - augmentation des carbonates et du quartz fin - est typique de l'établissement d'un milieu plate-forme (calcaires néritiques) à tendance siliceuse. La première - croissance des carbonates de 50 à 90 % et décroissance du quartz fin - illustre le passage d'un milieu "bassin" à Radiolaires à un milieu "bassin" sans Radiolaires.

Cette zone est, d'autre part, une zone de raccordement du bassin à la plate-forme et annonce les conditions mixtes et "récifales" qui vont se développer au Djebel Staa et au Poste Optique (Zaghouan).

- Conclusions partielles -

Du Pliensbachien à l'Aalénien, il y a passage progressif d'un milieu "plate-forme" à un milieu "bassin" siliceux (Radiolaires).

Ce bassin peut être envahi par du détritique terrigène fin, le caractère siliceux diminue alors. Lorsqu'au Jurassique supérieur, le détritisme terrigène régresse, le bassin devient calcaire, sans silice. En revanche, lors du passage bassin - plate-forme, ce nouveau milieu devient siliceux.

D'un point de vue empirique, pour séparer les milieux "bassin" et "plate-forme", on peut utiliser la teneur en carbonate. La limite, valable dans cette étude - et compte tenu des méthodes d'analyses mises en oeuvre - est à 90 % de carbonates.

L'étude du quartz fin ne permet pas, en elle-même, de distinguer les grands milieux de dépôt mais elle précise leur caractère propre : bassin siliceux, non siliceux, plate-forme siliceuse, non siliceuse. Cette distinction est fondamentale pour l'interprétation des données de la géochimie des éléments en traces et du carbone organique.

4 - LE CARBONE ORGANIQUE DU RESIDU INSOLUBLE -

Depuis les articles de GEHMAN (1962) (138) et de RONOV (1958) (170), on sait que la présence et la quantité de carbonate exercent une influence importante sur la distribution de la matière organique. Cette influence est encore plus sensible lorsqu'au lieu de comparer la matière organique à la roche totale, on la met en relation avec la teneur en résidu insoluble ou celle en carbonate. L'expérience a déjà appris aux géochimistes qu'en passant du domaine pélagique au domaine néritique, il existe une relation positive directe entre les teneurs en carbonates et en carbone organique du résidu insoluble CO (RI), ou inverse entre le résidu insoluble, et, dans celui-ci, le même CO (RI).

Comme le quartz de la fraction fine des roches est lié - nous l'avons vu ci-dessus - à l'activité biologique, KUBLER l'a comparé au CO (RI) poursuivant ainsi deux objectifs : la réduction des variables et une meilleure distinction de l'origine de la matière organique.

- Les observations -

Ici aussi, il y a lieu de séparer le Lias - Dogger et le Malm.

Dans le Lias - Dogger (fig.68, en haut à droite), il existe trois excellente relations inverses entre le CO (RI) et le quartz fin. Elles se distinguent les unes des autres surtout d'après leur pente. Elles caractérisent trois sous-système ou étages : Le Lias, le Dogger et le Callovo-Oxfordien.

Il existe des exceptions à ces relations, qui sont dans l'ordre : l'altération oxydante pour un échantillon callovo-oxfordien du Djebel Zaress, la silicification secondaire pour un échantillon liasique et une brèche d'âge Dogger mais remaniant des éléments liasiques.

Le Malm ne présente pas de relation simple CO (RI) - quartz fin (fig.68 en bas, à droite). Pour une même teneur en quartz, le CO (RI) peut prendre toutes les valeurs entre 0,2 et 7,5 %.

Toutefois, les échantillons les plus riches sont, conformément à la règle, ceux qui appartiennent au faciès "récifal" (Kimméridgien - Tithonique de la partie nord est du Zaghouan).

- Interprétation -

Une relation inverse CO (RI) - quartz fin - peut avoir plusieurs causes sédimentologiques très différentes.

Dans cette étude, KUBLER en distingue trois :

. Passage d'une sédimentation carbonatée néritique à une sédimentation carbonatée pélagique -

L'exemple typique est le Lias qui présente la corrélation inverse CO (RI) - quartz fin douée de la plus forte pente. Les échantillons les plus riches en CO (RI) sont, aussi, les plus pauvres en quartz fin. Ils appartiennent aux "platiers à Algues" du Sinémurien - Pliensbachien inférieur. Au passage à la sédimentation de type "bassin", le CO (RI) diminue très fortement alors que le quartz fin des Radiolaires augmente peu à peu. On doit supposer que la forte diminution du CO (RI) est le résultat de deux causes qui s'ajoutent :

- la diminution des carbonates,
- l'augmentation de la silice fine d'origine biogène.

La première est directement liée à une modification profonde des conditions de dépôt alors que la seconde se manifeste surtout par un effet de dilution purement physique. La diminution des carbonates est certainement le phénomène cardinal, car un simple calcul permet de démontrer que jamais la dilution du CO (RI) par le quartz ne serait capable, à elle seule, de donner une aussi forte pente à la covariation CO (RI) - quartz.

Dans la mer liasique, donc, la diminution des carbonates, l'augmentation du quartz fin d'origine biogénique sont progressives et liées ; ce n'est qu'une conséquence de l'approfondissement et de la tranquillisation des conditions de dépôt.

. En milieu pélagique, passage d'une sédimentation carbonatée à une sédimentation marneuse -

Le meilleur exemple est le Callovo-Oxfordien inférieur. Contrairement à ce que nous venons de voir pour le Lias, une augmentation du carbone organique du résidu correspond à une diminution des carbonates. L'explication de cette covariation est simple.

Les marnes, on l'a vu, sont statistiquement plus riches en matière organique que les calcaires.

Une augmentation du détritisme terrigène fin doit, donc, se marquer par une augmentation du CO (RI) ; c'est ce que l'on constate dans le Callovo-Oxfordien inférieur. Cependant, parallèlement à l'augmentation des argiles, la silice biogène diminue et, avec elle, son effet de dilution. Dans le Callovo-Oxfordien inférieur, l'augmentation du CO (RI) avec celle des argiles terrigènes pourrait aussi s'expliquer par une diminution du quartz. Que l'on prenne l'une ou l'autre explication, la covariation inverse CO (RI) - quartz de la fraction fine est la conséquence de l'augmentation des marnes dans le bassin.

. Cas du Dogger -

Ici, la pente de la relation CO (RI) - quartz fin est faible. Pour les quatre échantillons les plus riches en quartz fin, la variation des teneurs en CO (RI) est peu importante.

Toutefois, l'échantillon le plus riche en CO (RI) est aussi le plus riche en carbonates et en quartz fin. Cela signifie que, pour ces quatre échantillons, l'augmentation de la matière organique liée aux carbonates, supplante l'effet de dilution de la silice biogène.

Pour les quatre autres échantillons, au contraire, on trouve esquissée la tendance à l'augmentation du CO (RI) par passage à la sédimentation marneuse (cette tendance devient une loi dans le Callovo-Oxfordien inférieur, nous l'avons vu ci-dessus).

Le Dogger illustre, donc, l'équilibre de deux phénomènes contraires qui régissent la distribution du carbone organique dans le résidu des roches.

- Conclusions partielles -

Dans le Jurassique de Tunisie étudié ici, et conformément à une règle déjà reconnue par les géochimistes dans d'autres bassins, ce sont les résidus des calcaires néritiques qui sont les plus riches en carbone organique.

Ce sont aussi les calcaires les plus riches en carbonates. Il s'agit des "platiers à Algues" du Sinémurien - Pliensbachien inférieur, des calcaires bioclastiques du Domérien et des formations "récifales" du Kimméridgien - Tithonique du Djebel Zaghouan.

Dans le Lias - Dogger, le passage du domaine néritique au domaine pélagique se traduit par une diminution du CO (RI) et des teneurs en carbonates et par une augmentation concommitante de la silice biogène.

Dans le Malm, la diminution du CO (RI) n'est due qu'à la seule diminution des carbonates.

L'invasion des calcaires pélagiques par les marnes se marque par une augmentation du CO (RI) surtout visible dans le Callovo-Oxfordien inférieur.

Pour séparer les faciès "bassin" et "plate-forme", on peut aussi utiliser les teneurs en CO (RI). La limite empirique, valable pour cette étude, est comprise entre 1 et 2 % de CO (RI) (moyenne 1,5 %).

5 - LES ELEMENTS EN TRACES DE LA FRACTION FINE DES ROCHES -

Les résultats acquis,par l'étude de la distribution des carbonates, du quartz fin et du CO (RI) vont servir de base à l'analyse de la signification sédimentologique des éléments en traces. Le nombre d'échantillons analysés étant trop restreint, l'analyse ne portera pas sur des corrélations quantitatives mais qualitatives.

Pour réduire, le nombre des variables, KUBLER a choisi de comparer les éléments en traces au CO (RI) éliminant ainsi le quartz et les teneurs en carbonates.

Il ressort, de ce premier tri, trois associations :

- les chalcophiles, Molybdène (Mo), Plomb (Pb), Zinc (Zn) et Cuivre (Cu),

- les lithophiles, Strontium (Sr) et Vanadium (V),

- un indépendant, le Bore (B).

- Les observations -

Dans le Lias - Dogger, les chalcophiles présentent trois types de variation en fonction du CO (RI) (fig.69).

Pour le premier type, la covariation est positive, les chalcophiles augmentent comme le CO (RI). Dans le second, la covariation est au contraire négative, les chalcophiles diminuent fortement quand le CO (RI) augmente. Dans le troisième, valable uniquement pour le Cu, la tendance à la covariation est beaucoup moins bonne.

Bien entendu, ces trois types de covariation souffrent des exceptions qui ont pour origine soit la dolomitisation, soit un léger métamorphisme comme à Pont du Fahs (fig.69). Malgré cela, il ressort, en tout cas nettement, qu'en comparant CO (RI) et chalcophiles, les valeurs se répartissent selon deux aires très distinctes.

Dans le Malm, cette distinction d'aires séparées est impossible. La covariation entre CO (RI) et chalcophiles est inexistante. Toutefois, les plus fortes valeurs en Mo, Pb,et Z, correspondent aux plus fortes valeurs en CO (RI) (fig.70). On retrouve, ici, la covariation très nette du Lias - Dogger.

Pour les lithophiles, il convient de séparer, aussi, le Lias - Dogger du Malm (fig.71).

Dans le Lias - Dogger, il existe trois types de répartitions. La première est anarchique, elle correspond au Lias. La seconde et la troisième, groupant les échantillons du Dogger et du Callovo-Oxfordien inférieur, présentent deux bonnes covariations de pente légèrement différentes. L'Aalénien du Bou Kornine de Pont du Fahs, métamorphique, se rattache au Dogger par la position de ses valeurs.

Dans le Malm, la covariation CO (RI) - Lithophiles - assez bonne, est douée d'une forte pente mais inverse.

Le Bore varie, dans tout le Jurassique, comme les lithophiles. Toutefois, dans le Malm, la corrélation CO (RI) - Bore est beaucoup moins bonne que pour le Cr ou le V par exemple.

- Interprétation -

La corrélation positive chalcophile - CO (RI) correspond au passage des calcaires très francs de plate-forme aux calcaires moins riches en carbonate de type "bassin", c'est à dire au passage d'un milieu néritique à un milieu pélagique (fig.71 et 72). La corrélation négative marque l'invasion du milieu pélagique par des détritiques terrigènes fins.

Grâce à ces deux corrélations qui s'opposent, il est alors possible de distinguer deux types de matière organique :

- la première est accompagnée d'un enrichissement des métaux en traces chalcophiles. Elle tend à former l'essentiel du résidu insoluble des calcaires néritiques très purs. Elle est, par conséquent, liée à l'activité carbonato-génétique ;

- la seconde, au contraire, n'est accompagnée d'aucun enrichissement. Elle augmente comme les marnes. Elle est indépendante de l'activité carbonato-génétique. Comme il s'agit d'une matière organique liée au détritiques terrigènes fins, il est raisonnable de penser qu'elle trouve son origine sur le continent.

Dans le détail, lors du passage, en milieu pélagique, des calcaires aux marnes, le quartz biogène diminue, nous l'avons vu, et avec lui son effet de dilution ; cela devrait se traduire, en toute logique, par une augmentation du CO (RI) et des éléments en traces.

Reportant alors éléments en traces en abscisses et CO (RI) en ordonnées, on devrait normalement aboutir à des corrélations positives. C'est ce qu'on constate, en effet (fig.71) : Cr, V et même B augmentent comme le CO (RI) prouvant ainsi l'effet de dilution du quartz. Tout au contraire, les chalcophiles, sensibles eux aussi à la diminution de l'effet de dilution du quartz, diminuent au lieu d'augmenter.

Il existe, donc, un agent qui l'emporte sur l'effet de dilution du quartz et cet agent est le changement de nature de la matière organique. La matière organique continentale relaye peu à peu la matière organique carbonato-génétique et ainsi s'expliquent l'augmentation du CO (RI) et des lithophiles mais aussi la diminution des chalcophiles, principalement Pb, Zn et Mo. Pour le Cu, la corrélation avec le CO (RI) présente une faible pente, l'effet de dilution du quartz est contrebalancé par l'augmentation de la matière organique continentale capable, on le sait, de provoquer aussi un léger enrichissement en Cu.

Le raisonnement appliqué ci-dessus à la distribution du CO (RI) et des éléments en traces va nous permettre une certaine généralisation au service de l'interprétation sédimentologique des données géochimiques.

- Interprétation sédimentologique de quelques paramètres géochimiques -

Dans les sédiments récents, le facteur organique a souvent été invoqué pour expliquer les concentrations en Pb, Zn, Cu et Ni, par exemple, mais il a, aussi, été souvent mis en doute.

Ces deux opinions contraires proviennent du fait que les matière organiques ne sont certes pas les seules à enrichir ces métaux en traces. On connait leur affinité, par exemple, pour le Mn, le Fe bivalent ou même trivalent.

Mais nous pensons que ces contradictions ont aussi une autre origine. Dans la majeure partie des cas, on compare, en effet, la matière organique rapportée à la roche totale. De ce fait, il n'est plus possible de séparer deux matières organiques d'origine différente, par conséquent de capacité différente. A ce sujet, l'exemple du Lias est assez clair. Dans les calcaires néritiques francs, la matière organique carbonato-génétique rapportée à la roche totale est insignifiante ; elle devient très grande comparée au résidu insoluble. Les métaux en traces chalcophiles, auxquels il conviendrait d'associer dans un cadre plus large le Ni, suivent la même loi de distribution. Leurs teneurs, rapportées à l'échantillon sec total, sont plus élevées dans les sédiments de type "bassin" ou pélagiques que dans les calcaires de plate-forme. La phase carbonatée fonctionne - et cela est bien connu - comme diluant. Si l'on compare les teneurs globales, le facteur organique doit être mis en doute avec raison, l'augmentation de la matière organique que l'on pourrait éventuellement constater ne refléterait que celle de la matière organique continentale donc précisément celle qui n'a aucun pouvoir enrichisseur sur les métaux en traces. Si, au contraire, on compare les teneurs au résidu insoluble, on élimine l'effet de dilution exercé par la phase carbonatée, les chalcophiles des calcaires néritiques deviennent très riches par opposition aux sédiments pélagiques ou bathyaux, l'influence prépondérante du facteur organique ne peut plus être mis en doute.

La contradiction apparente des opinions, quant à la capacité de la matière organique d'enrichir les métaux en traces chalcophiles, est ainsi levée.

Dans les bassins carbonatés, il existe au moins deux matières organiques différentes, mais pour les distinguer, il faut raisonner, certes sur roche totale, mais surtout sur le résidu insoluble.

- Le cas du Bore -

Le Bore est soumis, comme les autres éléments en traces, aux lois de dilution, purement mécaniques, exercées par le quartz. C'est là l'origine des covariations positives mises en lumière dans le Dogger et le Callovo-Oxfordien inférieur (fig.71).

C'est aussi la raison pour laquelle le Bore se comporte, dans ces formations, exactement comme les lithophiles.

Dans toutes les autres formations, il n'existe aucune covariation entre le Bore, les carbonates ou le Co (RI). C'est le plus indépendant de tous les "paramètres" examinés.

En revanche, sa distribution est très dépendante du milieu de dépôt. On voit sur la figure 72, par exemple, une diminution croissante des teneurs, du Lias au Dogger. Les sédiments de plate-forme, du Sinémurien au Domérien, sont les plus riches (450 ppm de B, au maximum) ; dès que la sédimentation type "bassin" est installée, l'ensemble des teneurs brutes tombe au-dessous de 225 ppm, à deux exceptions près. Exprimée en terme de salinité relative, ces teneurs nous apportent un renseignement supplémentaire. Les milieux néritiques du Lias étaient légèrement confinés. Dès l'Aalénien, la salinité atteignait celle d'une mer normalement ouverte avec, au maximum - et compte tenu du facteur de dilution du quartz - 300 ppm au Dogger, 200 au Callovo-Oxfordien et 200 pour le Malm. Ceci confirme le fait que le faciès particulier de l'"ammonitico-rosso" est celui d'une mer ouverte.

- Conclusions partielles -

Dans les milieux néritiques calmes, alors que la teneur en carbonate tend à former 100 % de la roche totale, le résidu insoluble est presque uniquement constitué de matière organique carbonato-génétique. Celle-ci est accompagnée d'un enrichissement en métaux-traces chalcophiles.

Le passage en milieu pélagique est souligné par une décroissance des teneurs en carbonate, et, dans le résidu insoluble, par celle de la matière organique carbonato-génétique et des

chalcophiles. Si le milieu pélagique est siliceux (Radiolaires) et peu à peu envahi par des détritiques terrigènes fins, on constate, alors, une augmentation de la matière organique continentale et des lithophiles, une décroissance de la matière organique carbonato-génétique, celle des chalcophiles et du quartz biogène.

D'après les teneurs en Bore, les mers plutôt confinées au Lias inférieur et moyen à faciès plate-forme, passent à des mers normalement ouvertes dès l'installation définitive du faciès "bassin", carbonaté ou non.

6 - CONCLUSIONS GENERALES -

Les données de la Géochimie ont fait ressortir des faits importants concernant la sédimentation jurassique du Nord Est de la Tunisie, qui sont :

- le caractère légèrement confiné des "platiers à Algues" du Lias inférieur et moyen s'opposant au caractère de mer ouverte du reste de la série.

- le passage progressif entre le Pliensbachien et l'Aalénien d'un milieu "plate-forme" à un milieu "bassin siliceux" (Radiolaires).

- la présente de détritiques terrigènes fins (argiles) dans les sédiments du Callovo-Oxfordien inférieur.

Ces conclusions sont en harmonie complète avec les observations sur les milieux de dépôt tirées des études de microfaciès (cf. Sixième Partie - Chapitre 3). Ceci est normal car le chimisme d'un milieu de dépôt n'est qu'un aspect particulier du faciès.

B - /PHENOMENES DE METAMORPHISME DANS LE JURASSIQUE DE TUNISIE/ -

1 - INTRODUCTION -

La mesure de la cristallinité de l'illite permet une évaluation quantitative du métamorphisme naissant.

Depuis les travaux de WEAVER (1960) (176), une zonation a été établie au passage métamorphisme - diagenèse, en se basant sur la mesure de la cristallinité de l'illite. On mesure la largeur du pic de diffraction X de l'illite à la moitié de sa hauteur.

KUBLER (1964) (150) a appelé "anchimétamorphisme", en reprenant le terme de HARRASSOWITZ (1927) (143), la zone située entre la diagenèse et le métamorphisme.

Enfin, on distingue, dans le métamorphisme proprement dit, trois zones qui sont, dans le sens de la métamorphose croissante : l'épizone, la mésozone et la katazone (GRUBENMANN - 1904) (142).

2 - MESURE DE LA CRISTALLINITE DE L'ILLITE EN TUNISIE -

Des mesures ont été effectuées par B.KUBLER (1967) sur le Jurassique de Tunisie.

Les échantillons provenant des Djebels Bou Kornine de Pont du Fahs, Djebel Hairech et Djebel Ichkeul témoignent tous d'un métamorphisme d'anchi ou d'épizone.

. Djebel Bou Kornine du Pont du Fahs -

Sept échantillons du Lias au Kimméridgien - Tithonique ont été examinés, venant de faciès aussi dissemblables que les calcaires néritiques du Domérien ou des marno-calcaires pélagiques du Kimméridgien - Tithonique.

Ils sont tous affectés d'un métamorphisme dont le degré est à situer à la limite inférieure de l'anchizone et supérieure de l'épizone.

Comme l'échantillon le plus jeune est tithonique, le métamorphisme, dans cette région, est en tout cas postérieur.

. Djebel Hairech -

Deux échantillons ont été étudiés ; pour l'un d'entre eux, la mesure de la cristallinité de l'illite a été impossible par défaut de mica mais la cristallinité de la chlorite s'est, en revanche, montrée excellente.

Sur la foi d'un résultat unique, confirmé certes par la cristallinité de la chlorite, le métamorphisme qui a atteint le Djebel Hairech apparaît au moins aussi important que celui qui affecte le Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs.

. Djebel Ichkeul -

Les trois échantillons examinés appartiennent à la zone anchimétamorphique. Ce métamorphisme naissant est postérieur au Kimméridgien (étage le plus récent reconnu à l'Ichkeul).

3 - CONCLUSION -

La région du Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, celle du Djebel Hairech et celle du Djebel Ichkeul ont été affectées par un métamorphisme d'anchi ou d'épizone qui s'est manifesté à une période postérieure au Kimméridgien - Tithonique.

Pour A.JAUZEIN ce métamorphisme serait du à l'enfoncement, la série stratigraphique étant particulièrement épaisse dans cette zone (communication orale).

/ TROISIEME PARTIE /

RESULTATS STRATIGRAPHIQUES DES FORAGES

CHAPITRE I

LE CAP BON

Entre 1950 et 1965, la S.E.R.E.P.T. a effectué un certain nombre de forages profonds sur la structure du Djebel Abd-er-Rahmane, au Cap Bon.

Trois d'entre eux, ont recoupé, en profondeur, les séries jurassiques : Cap Bon n°1 (CB.1), Cap Bon n°7 (CB.7) et Cap Bon n°101 (CB.101).

La première étude stratigraphique du sondage CB.1 a été entreprise par E.SCHYFSMA en 1949. Ce dernier s'est attaché uniquement à la microfaune dégagée.

L'analyse des microfaciès du Jurassique et du Trias de ce sondage a été reprise, en 1961, par C.GLINTZBOECKEL et j.MICHOLET.

Ces travaux étaient complétés, entre 1961 et 1964, par ceux de J.BONNEFOUS avec la collaboration de Ph.DUFAURE. Ils portaient sur CB.1 et CB.7.

Enfin, le premier auteur cité (J.BONNEFOUS) étudiait, en 1966, avec H.BISMUTH les matériaux du sondage CB.101.

A - /CAP BON n°1 et 7 (CB.1 et CB.7)/ - (cf. fig.73) -

1 - CAP BON n°1 (CB.1) -

Le forage Cap Bon n°1 a traversé la totalité du Jurassique et a été arrêté dans le Trias. La succession stratigraphique est la suivante, de bas en haut :

- Trias à Infralias - Epaisseur 430 m -

La série est constituée de dolosparites plus ou moins calcaires, parfois à "pellets" ou graveleuses, rarement oolithiques, qui renferment des Algues encroûtantes et des Polypiers recristallisés.

A la base du forage, on observe un microfaciès à "oolithes étirées et orientées" déjà rencontré, par nous au Djebel Chaabet el Attaris (cf. p.198). On note, également, la présence de Sphaerocodium bornemanni que HAGN signale dans le Trias supérieur des Alpes bavaroises.

Le pourcentage d'anhydrite dans ces carbonates, est assez élevé dans la partie inférieure, où les évaporites constituent, parfois, le ciment des oolithes ou forment un fin feutrage d'aiguilles ou de gros cristaux qui paillètent la dolomie.

- Hettangien - Epaisseur 50 m -

Cet étage correspond à une séquence constituée par des sparites graveleuses ou oolithiques, à débris de Mollusques recristallisés et encroûtés, à Austrocolomia plöchingeri OBERHAUSER, très rares Glomospira sp., formes primitives à pelotonnement irrégulier et lache, "Eoclypeodiscus" et Coprolithes de Crustacés. Cette association est caractéristique de l'Hettangien.

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur - Epaisseur 470 m -

Les faciès sont très comparables à ceux observés dans les Chaînons jurassiques : nous retrouvons, ici, les biomicrites plus ou moins dolomitiques, graveleuses ou à "pellets" à Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI) et rares débris de Palaeodasycladus mediterraneus (PIA).

Dans la partie inférieure de la série, la dolomitisation est plus forte que dans la partie supérieure et les faciès à Thaumatoporella sont anhydritiques.

- Domérien - Epaisseur 20 m -

Les microfaciès sont caractéristiques de l'étage : j'ai observé des biosparites à débris d'Echinodermes, débris de Mollusques recristallisés notamment Lamellibranches à structure en zig-zag, Gastéropodes, Brachiopodes, Astacolus sp., Lingulina tenera BORNEMANN et Involutina liassica (JONES).

- La présence du Toarcien est douteuse tandis que l'Aalénien parait absent.

- Bajocien - Bathonien - Epaisseur 70 m -

Ces étages sont constitués par des micrites argileuses souvent silicifiées, à abondants "filaments" de formes variées (courts, arqués, ondulés), et des argiles silteuses.

- Le Callovo-Oxfordien inférieur paraît absent à CB.1.

- Oxfordien supérieur - Epaisseur 210 m -

Il est formé de micrites argileuses et de marnes à spicules réniformes ou en bâtonnets et à Radiolaires plus ou moins recristallisés. A la base, les marnes, observées en "cuttings", sont de teinte rouge et renferment des Radiolaires chloritisés ou glauconieux déjà observés dans l'Oxfordien supérieur des affleurements situés à l'Ouest des Chaînons jurassiques.

- Kimméridgien - Tithonique - Epaisseur 160 m -

Des micrites argileuses et des marnes siliceuses renferment des Radiolaires recristallisés, des spicules en bâtonnets ou réniformes, des sections de Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques.

- Berriasien - Epaisseur 30 m -

Des micrites argileuses et des marnes finement gréseuses ont livré des Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Tintinnopsella cadischiana COLOM, des Globochaete et des Radiolaires recristallisés.

Compte tenu de la qualité des "cuttings", il semble, donc, qu'il y ait lacune, à CB.1, du Toarcien, de l'Aalénien et du Callovo-Oxfordien inférieur.

2 - CAP BON n°7 (CB.7) -

Le sondage Cap Bon n°7 s'est terminé dans un niveau stratigraphique plus élevé qu'à CB.1 puisqu'il n'a fait que pénétrer légèrement dans le Pliensbachien inférieur.

Nous observons, de bas en haut :

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

Le forage n'a pénétré que de 20 mètres dans cette série, constituée de dolosparites très recristallisées à ilots de grains de silice.

- Domérien - Epaisseur 10 m -

Il est formé de biomicrite à biomicrosparite argileuse, localement glauconieuse, à débris d'Echinodermes, Mollusques notamment petits Gastéropodes, Lagenidae probablement Lingulina sp. On note la présence de baguettes de quartz néoformés.

- Le Toarcien et l'Aalénien sont probablement absents.

- Bajocien - Bathonien - Epaisseur 140 m.

A la base, des micrites argileuses renferment de fréquentes baguettes bipyramidées de quartz de néoformation.

Au-dessus, la série est formée de micrites argileuses fortement imprégnées de silice, de marnes et d'argiles silteuses.

Ces sédiments renferment des "filaments" généralement grêles et arqués, parfois ondulés, des Radiolaires et des spicules de Spongiaires (dans la partie supérieure).

- Le Callovo-Oxfordien inférieur semble ponctuel, puisque les "filaments noués" à bordure dentelée, caractéristiques de ces étages, n'ont été trouvés que dans un seul "cutting".

- Oxfordien supérieur - Epaisseur 40 m -

Des micrites argileuses et des marnes renferment des spicules et des Radiolaires. Des marnes rouges sont présentes à la base.

- Kimméridgien - Tithonique - Epaisseur 145 m -

Ces étages sont constitués de micrites argileuses, parfois recristallisées, à trame siliceuse ou renfermant des silex, alternant avec des marnes grumeleuses, siliceuses (silice d'imprégnation ou petits grains éparpillés).

Ces sédiments renferment, à la base, des Saccocoma et au sommet des Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Crassicolaria sp., Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA.

A ces Tintinnoïdiens du Tithonique supérieur sont associés des Globochaete, des Radiolaires fréquents et des spicules de Spongiaires.

- Berriasien - Epaisseur 50 m -

La série est formée, successivement, par des argiles plus ou moins micritiques, gréso-silteuses ou siliceuses, des sparites gréseuses renfermant de rares micas, des marnes siliceuses, et des micrites argileuses.

On assiste, dans ces niveaux, à une véritable floraison de Tintinnoïdiens : Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Calpionellopsis oblonga (CADISCH), Tintinnopsella cadischiana COLOM, Calpionella elliptica CADISCH, Calpionella alpina LORENZ, Calpionellites darderi COLOM, "Calpionella undelloides" COLOM, Stenosemellopsis hispanica COLOM, Crassicolaria parvula REMANE.

La présence simultanée de Tintinnoïdiens du Tithonique - Berriasien (Calpionella alpina, Calpionella elliptica, "Calpionella undelloides", Crassicolaria parvula) et de formes ne descendant pas au-dessous du Berriasien (Tintinnopsella cadischiana, Calpionellites darderi) permettent d'attribuer cette série au Berriasien.

- Crétacé inférieur : Néocomien -

Il est constitué par des marnes siliceuses (inclusions de très petits grains de silice non détritique) avec un niveau de calcaires argileux, siliceux, renfermant des débris d'Echinodermes, Ostracodes, débris phosphatés et rares grains de glauconie.

Les Tintinnoïdiens, observés dans cette série, sont successivement, de bas en haut :

. Tintinnopsella cadischiana COLOM, espèce caractéristique du sommet du Berriasien et du Valanginien.

. Tintinnopsella carpathica (M. et F.), espèce à grande extension verticale,

. Calpionellopsis oblonga (CADISCH) et "Calpionellopsis thalmanni" (COLOM), du Berriasien supérieur - Valanginien.

B - /CAP BON n°101 (CB.101)/ -

Cap Bon n°101, forage implanté sur la structure profonde du Djebel Abd-er-Rahmane, a recoupé plus de 2000 m de terrains triasiques au-dessous des niveaux les plus bas atteints par CB.1.

La série jurassique de CB.101 peut être subdivisée, de bas en haut, de la façon suivante :

- Hettangien à Domérien ? - Epaisseur 400 m -

Cette séquence est beaucoup plus dolomitisée que la série équivalente de CB.1.

De bas en haut, j'ai observé les microfaciès suivants :

- des dolosparites à fantômes d'oolithes et de gravelles. Ce niveau pourrait constituer l'équivalent, très recristallisé, des sparites graveleuses et oolithiques à Austrocolomia de CB.101 rapportées à l'Hettangien ?

- une dolosparite calcaire graveleuse, dont les gravelles présentent un centre recristallisé et une bordure sombre, microfaciès déjà observé hors-coupe dans le Sinémurien - Pliensbachien inférieur du Djebel Ressas,

- des dolosparites graveleuses et à "pellets", à fantômes d'Algues notamment Thaumatoporella très probables.

Les seuls témoins de la présence possible du Domérien sont des débris fantômatiques d'Echinodermes observés au sommet de la série.

- Comme à CB.1 et CB.7, le Toarcien et l'Aalénien paraissent manquer.

- Bajocien - Bathonien - Epaisseur 65 m -

Ces étages sont constitués par des marnes parfois silicifiées, à "filaments", des argiles silteuses, pyriteuses, des micrites argileuses, souvent silicifiées ou limonitisées à Radiolaires (f. à ab.), spicules de Spongiaires, nombreux "filaments" fins et rigides.

- Callovo-Oxfordien inférieur - Epaisseur 10 m -

J'ai observé, dans cette zone, des micrites argileuses parfois siliceuses, bioclastiques et graveleuses, à filaments "zonés", plus ou moins longs, à bordure "dentelée". On se rappelle que les "filaments" de ce type sont caractéristiques du Callovo-Oxfordien inférieur dans les Chaînons jurassiques.

Le Callovo-Oxfordien inférieur, ponctuel à CB.7, paraît absent à CB.1 comme nous l'avons vu précédemment (cf. p.237).

- Kimméridgien supérieur - Tithonique - Epaisseur 30 m -

Directement sur le Callovo-Oxfordien inférieur se rencontre le Kimméridgien à Saccocoma ; le passage se fait brutalement, en carottes, sans trace de faille. J'ai donc la certitude qu'il y a lacune, à CB.101, de l'Oxfordien supérieur (*) et de la partie inférieure du Kimméridgien.

Le Kimméridgien supérieur - Tithonique est constitué de micrites argileuses et de marnes qui ont livré :

- à la partie inférieure, de fréquents Saccocoma (forme "Lombardia arachnoidea", "Lombardia angulata" et "Eothrix"), des Aptychus, des spicules réniformes, des Globochaete et des Radiolaires,

- au sommet, des Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, qui subsistera pendant le Berriasien, Crassicolaria sp. et Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA qui s'éteignent à la base du Berriasien.

- Berriasien - Epaisseur 30 m -

Il est constitué par des micrites argileuses et des marnes ; cet étage voit l'épanouissement maximum des Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, "Calpionella undelloides" COLOM, Stenosemellopsis hispanica COLOM, Tintinnopsella cadischiana COLOM, Tintinnopsella carpathica (M. et F.).

Ces Tintinnoïdiens sont accompagnés de Spirillina sp. (tr.), de spicules de Spongiaires (r.), de Globochaete (r. à ar.), et de Radiolaires (r.).

(*) On se rappelle que l'Oxfordien supérieur est également absent au Djebel Azeiz, dans les Chaînons jurassiques.

- Valanginien - Epaisseur 185 m -

Cette série est essentiellement composée d'argiles et de marnes. Sa partie inférieure est marquée par l'apparition (sens forage) des Tintinnoïdiens.

Microfaune dégagée : Les formes suivantes ont été observées : Epistomina sp.sp., Lenticulina ouachensis, Lenticulina aff. nodosa (SEGUENZA), Lenticulina eichenbergi BART. et BRAND, Rectoglandulina sp., Cytherella sp., Protocythere sp., petits Gastéropodes pyriteux.

Microfaciès : Des argiles et des marnes à intercalations de micrites argileuses, silteuses, renferment des Lagenidae, des Ostracodes, des Globochaete, des spicules monaxones, des Radiolaires et des Tintinnoïdiens : Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Calpionellopsis oblonga (CADISCH), Stenosemellopsis hispanica COLOM.

C - /RELATION DU JURASSIQUE DU CAP BON PROFOND AVEC CELUI DES CHAINONS/ / JURASSIQUES - /

1 - LE LIAS -

Le Lias inférieur et moyen de CB.1 (Sinémurien - Pliensbachien inférieur) est très semblable à celui que nous avons décrit dans les Chaînons jurassiques, tant en ce qui concerne la texture du sédiment, que les associations d'Algues qu'il renferme.

Il en est de même pour le Domérien.

CB.101 présente, en revanche, une série beaucoup plus dolomitique où ne subsistent que quelques débris d'Algues et des oolithes, surtout fréquentes à la base de la série.

Par son degré de dolomitisation poussée, il rappelle davantage le Lias de l'Axe Nord-Sud que celui des Chaînons jurassiques.

Le Toarcien parait absent, aussi bien à CB.1 et CB.7 qu'à CB.101.

2 - LE DOGGER -

L'Aalénien manque, également, dans les trois sondages, le Bajocien et le Bathonien paraissant directement transgressifs sur le Domérien.

Le Bajocien et le Bathonien présentent leur faciès habituel de calcaire à "filaments" et Radiolaires.

Le Callovo-Oxfordien inférieur, absent à CB.1 et ponctuel à CB.7, a livré, à CB.101, son microfaciès caractéristique à "filaments zonés".

3 - LE MALM -

L'Oxfordien supérieur, reconnu à CB.1 et CB.7 avec des marnes rouges à Radiolaires chloritisés ou glauconieux, faciès déjà observés dans les affleurements situés à l'Ouest des Chaînons, est absent à CB.101 où le Kimméridgien élevé est directement transgressif sur le Callovo-Oxfordien inférieur.

Le Kimméridgien et le Tithonique, sous faciès calcaréo-argileux, ont livré leur faune planctonique habituelle de Saccocoma, Radiolaires, Globochaete et Tintinnoïdiens.

De CB.1 à CB.101, on observe une importante réduction d'épaisseur dans le Dogger - Malm (440 m à CB.1 et 105 m à CB.101) ; elle n'est pas imputable à un amincissement de toute la série jurassique mais à la lacune mentionnée ci-dessus.

CHAPITRE II

LE BASSIN DES CHOTTS

La région du Chott Fedjedj, située à l'Ouest de Gabès, correspond à un brachyanticlinal où affleure, au centre, le Néocomien connu sous un faciès lagunaire et semicontinental de type "Wealdien" qui offre de grandes analogies avec le "continental intercalaire" du Sud tunisien et du Sahara.

Ce Crétacé recouvre un vaste bassin subsident jurassique que nous allons étudier.

Les forages Chott Fedjedj n°1 et 2 et Zemlet el Beida n°1 implantés, par la S.E.R.E.P.T., respectivement au Sud et au Nord du diverticule oriental du Chott, ont été forés entre 1949 et 1952, à une époque où les études micropaléontologiques étaient résolument orientées vers les microfaunes dégagées et ignoraient la technique, à peine naissante, des microfaciès.

A la lumière des connaissances acquises sur le Jurassique de Tunisie septentrionale et centrale, j'ai repris, en 1964, l'étude des épaisses séries jurassiques de ces forages, en faisant de nombreuses plaques minces dans ces sédiments généralement indurés et en effectuant une étude minutieuse des microfaciès.

Ce travail a eu l'intérêt de permettre de relier ces faciès du Jurassique aux séries affleurantes des Chaînons jurassiques et de l'Axe Nord-Sud, aux forages du Sahel et du Centre, enfin aux coupes et sondages du Sud tunisien.

Le Jurassique des forages de la région des Chotts apparaît, en effet, comme le jalon indispensable pour passer des faciès du Nord et du centre de la Tunisie à ceux du Sud, fort différents.

A - /CHOTT FEDJEDJ n°1 et 2/ -

1 - CHOTT FEDJEDJ n°1 (CF.1) -

Le sondage CF.1, implanté sur la bordure méridionale du Chott Fedjedj, à 40 Km, environ, à l'Ouest de Gabès, a rencontré, sous une séquence argilo-sableuse attribuée au Jurassique (?) à Crétacé inférieur ("Purbecko-Wealdien"), une très puissante série calcaréo-marneuse et dolomitique datée du Jurassique ; le forage a été arrêté dans les dolomies calcaires du Lias inférieur et moyen après avoir rencontré près de 2900 m de Jurassique.

J'ai subdivisé la série en cinq zones, de bas en haut :

- Série calcaréo-dolomitique du Lias inférieur et moyen - Epaisseur supérieure à 445 m -

Au point de vue des microfaciès, la série est constituée, successivement, de la base au sommet, par :

- des calcaires oolithiques ou graveleux, dont les éléments figurés sont recristallisés en rhomboèdres non jointifs de dolomite,

- des calcaires dolomitiques, oolithiques, à grosses oolithes assez estompées par la recristallisation, déformées par contact entre elles, à bordure parfois ferrugineuse, quelquefois à plages d'anhydrite cristallline,

- des calcaires dolomitiques "oeillés",

- des biosparites, oolithiques et graveleuses, à inclusions d'anhydrite,

- des calcaires oolithiques et graveleux, à inclusions d'anhydrite cristalline,

- des dolomicrosparites à dolosparites à pyrite (r.) et quartz de néogenèse (tr.),

- des dismicrites argileuses, à "pellets", recristallisées par place,

- des dolosparites à inclusions d'anhydrite.

Toutes ces roches sont, souvent, parsemées de rhomboèdres isolés de dolomite. Elles sont parcourues de joints stylolithiques.

J'ai noté de fréquentes inclusions ou imprégnations d'anhydrite fibreuse ou cristalline, tandis que, localement, se rencontrent de véritables bancs d'anhydrite.

Les "bioclasts" mis en évidence dans ces sédiments sont les suivants :

. Organismes divers : j'ai noté la présence de débris de Mollusques, de débris d'Echinodermes (notamment de radioles d'Echinides), de Coprolithes de Crustacés et de "Microbivalves".

. Algues : les formes suivantes ont été observées : Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI), Thaumatoporella sp., fantômes recristallisés de Thaumatoporella, Cayeuxia sp., nodules d'Algues concrétionnées (Oncolithes).

. Foraminifères : peu nombreux et peu variés, ils comportent : Verneuilinidae (parfois en gravelles), Valvulinidae, notamment Valvulina sp., Textulariidae, Lenticulines (en gravelles), Pfenderina butterlini BRUN, espèce décrite du Lias du Maroc (Pliensbachien supérieur), Pfenderina sp., Glomospira sp.

L'association Thaumatoporella parvovesiculifera, Cayeuxia sp., nodules d'Algues, Verneuilinidae, Valvulinidae, est connue dans le Sinémurien - Pliensbachien inférieur des Chaînons jurassiques ; j'ai retrouvé, ici, les textures graveleuses ou à "pellets" connues dans ces faciès.

Remarquons la présence, à CF.1, d'anhydrite inconnue dans les Chaînons jurassiques et l'Axe Nord-Sud et celle de coprolithes de Crustacés qui doivent signifier des conditions très côtières et de bassin relativement fermé.

- Série calcaire du Dogger (pro parte) - Epaisseur 190 m -

Elle est constituée par des micrites plus ou moins argileuses, parsemées de rhomboèdres de dolomite, des argiles silteuses à granules de micrite et renfermant de la pyrite, des calcaires graveleux à rares rhomboèdres de dolomite, des calcaires oolithiques et graveleux à ciment recristallisé et plages saccharoïdes, et des marnes et micrites argileuses à "pellets".

Ces roches renferment des Radiolaires (tr.), des Globochaete (r.), des Ostracodes (tr.), des "filaments" fins, plus ou moins longs, rigides ou parfois courbes (r. à f.), des Spirillina sp. (tr.), des Lenticulina sp. (tr.), et des Textulariidae (tr.).

Cette série semble appartenir au Bajocien-Bathonien inférieur.

- Série marneuse du Dogger (pro parte) et du Malm inférieur - Epaisseur 990 m -

Les microfaciès que j'ai reconnus dans cette série sont :

- des marnes, parfois à inclusions d'anhydrite ou faiblement gréseuses, renfermant de l'oxyde de fer dans des joints microstylolithiques et de la pyrite,

- des argiles silteuses ou très gréseuses, parfois micacées, à quartz fins à moyens, subanguleux à arrondis ; elles renferment de la pyrite, de rares feldspaths et des débris de matière organique.

- des micrites argileuses, parfois graveleuses ou à "pellets",

- des silts et grès fins, rarement moyens, toujours très consolidés, à ciment argileux ou calcaréo-argileux, parfois zonés et à micas orientés ; ils renferment de rares feldspaths, de la pyrite, de très rares minéraux lourds et des débris de matière organique.

Les quartz sont très généralement anguleux à subanguleux. Les marnes et les argiles ont livré les organismes et la rare microfaune suivante : des Ostracodes à ornementation parfois réticulée, des Radiolaires (Coenosphaera et Dictyomitra), des spicules monaxones, des Glomospira sp., des Spirillina sp., des Nodophthalmidium sp., des Lenticulina sp. - (à bord tranchant) - des Epistomina sp., des Globochaete, des débris d'Echinodermes, des débris de Mollusques, des débris phosphatés et des Aptychus sp.

Les éléments les plus importants sont :

- la découverte de "filaments" minces, plus ou moins longs, rigides, qui forment un niveau caractéristique et corrélable, situé à la base de la séquence,

- la présence fugace de "Protoglobigérines", en "cuttings", qui paraît indiquer l'existence de l'Oxfordien supérieur.

L'ensemble de la série représente le Bathonien supérieur, le Callovien et l'Oxfordien (voir ZB.1).

- Série calcaréo-dolomitique du Kimméridgien - (Tithonique ?) - Epaisseur 1005 m -

J'ai pu distinguer, lithologiquement, deux parties dans la série carbonatée du Jurassique supérieur :

. une barre dolomitique à la base,

. une séquence essentiellement calcaire au sommet.

. La barre dolomitique, épaisse de 85 m, est formée de dolosparite en gros rhomboèdres clivés, avec de la pyrite oxydée entre les grains. On note, parfois, de rares inclusions d'anhydrite.

Cette zone est complètement azoïque ; de par sa position, elle pourrait correspondre au Kimméridgien inférieur (?).

. La séquence essentiellement calcaire, de grande épaisseur (920 m), est constituée, successivement par des peldolomicrites à inclusions et plages d'anhydrite avec minces bancs d'anhydrite (Pl.99 fig.192), des micrites argileuses, à rares quartz de néogenèse, parfois à inclusions d'anhydrite, des biosparites, des dismicrites à "pellets", des sparites graveleuses et oolithiques, gréseuses (notamment quartz de néogenèse) ; les gravelles et oolithes sombres, de texture très fine, se détachent sur le ciment clair, cristallin, des micrites finement gréseuses, parfois recristallisées par place, des biosparites graveleuses, à inclusions d'anhydrite, avec quelques quartz, des biosparites oolithiques et graveleuses : les oolithes et gravelles sont centrées sur des quartz ou débris d'organismes (Pl.97 fig.188 et 189) ; on note quelques inclusions d'anhydrite ; des sparites oolithiques et gréseuses ; de grosses oolithes arrondies ou ovales, à "structure radiale et concentrique" sont réunies dans un ciment de calcite spathique renfermant des quartz fins corrodés.

J'ai observé, dans ces carbonates, les "bioclasts" suivants :

. Organismes divers : successivement, de bas en haut : des spicules réniformes, des Globochaete, des Radiolaires, des Bryozoaires, des "filaments" minces, courts ou plus ou moins allongés et sinueux, des Coprolithus cf. salevensis PAREJAS, des débris de Crustacés, des Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques, des tubes de serpules, des débris de Brachiopodes, des débris de Mollusques (notamment Gastéropodes) et des débris d'Echinodermes (notamment radioles d'Echinides) (Pl.98 fig.190 et 191).

. Algues : par ordre d'apparition, en montant dans la série : Codiacées, Cayeuxia cf. moldavica FROLLO, Cayeuxia cf. piae FROLLO, Clypeina jurassica FAVRE, Cayeuxia sp., Cylindroporella aff.arabica ELLIOTT, Gymnocodiacées : "Permocalculus" sp.?, "Lithothamnium" (?) L. (?) primitiva JOHNSON, KAFKA, Acicularia sp., nodules d'Algues concrétionnées : groupe des Spongiostromata.

. Foraminifères : de bas en haut : Ophthalmidiidae, Miliolidae, Trochaminidae, Lagenidae, Conicospirillina sp., Pseudocyclammina jaccardi SCHRODT, Haplophragmium sp., Glomospira sp., Kurnubia jurassica SMOUT et SUGDEN, Nautiloculina oolithica MOHLER, Lituolidae, Haplophragmoides sp. (f.), Textulariidae, Everticyclammina virguliana KOECHLIN, Pseudocyclammina lituus YOKOYAMA, Anchispirocyclina praelusitanica MAYNC, Anchispirocyclina lusitanica MAYNC, Verneuilinidae, Lenticulina sp., Pseudocyclammina sp. (f.).

Ces Foraminifères constituent souvent le noyau d'oolithes ou correspondent à des gravelles.

. Ostracodes : j'ai rencontré, seulement, des sections de formes lisses, rares, parfois abondantes dans certains niveaux.

Cette série calcaire peut être attribuée, par microfaune et microflore au Kimméridgien.

Un doute subsiste, quant à l'absence du Tithonique au sommet de la série carbonatée jurassique de CF.1 car si la microfaune observée est bien d'âge Kimméridgien, elle apparaît toujours comme constituant des gravelles ou formant le noyau d'oolithes et un remaniement de ces organismes au Tithonique peut être, éventuellement, envisagé.

- Zone de passage avec le Crétacé - Epaisseur 225 m -

Cette zone, dont l'âge ne peut être précisé car elle est pratiquement azoïque, fait transition entre le Jurassique calcaire et le Crétacé inférieur gréseux : elle est constituée, en effet, par :

- des grès moyens, parfois fins ou assez grossiers, à quartz généralement anguleux, localement subanguleux, à subarrondis, classement variable, ciment quartzitique et argilo-chloriteux à la base, dolomitique au-dessus, parfois anhydrite.

Les minéraux rencontrés dans ces grès sont des feldspaths (tr. à af.) : Orthose et microcline, de la pyrite (r. à tr.), des minéraux lourds (tr.). Ces grès consolidés alternent avec des grès friables et annoncent les faciès détritiques du "Wealdien".

- des dolomicrites, dolomicrosparites et dolosparites, gréseuses et à inclusions "étoilées" d'anhydrite. Les quartz fins à moyens, rarement grossiers, présentent une morphoscopie subarrondie ou sont corrodés par le carbonate. Ils montrent parfois une extinction roulante. Ces dolomies renferment, en outre, quelques feldspaths (notamment des plagioclases) et de la pyrite oxydée.

J'ai noté de rares fantômes de gravelles ou d'oolithes et, exceptionnellement, des débris de Mollusques très recristallisés.

2 - CHOTT FEDJEDJ n°2 (CF.2) -

Le sondage CF.2, implanté à 7 Km environ à l'Ouest de CF.1, a traversé une série argilo-sableuse et anhydritique du Crétacé inférieur, un Jurassique supérieur semblable à celui de CF.1 et s'est terminé dans la partie tout à fait supérieure du Dogger marneux.

J'ai subdivisé la série jurassique de CF.2 de la façon suivante :

- Série marneuse du Dogger (pro parte) et du Malm inférieur - Epaisseur 90 m -

Cette séquence est formée de marnes à rares quartz de néogenèse et oxyde de fer dans des microfissures, qui renferment de rares Nautiloculina sp. et quelques débris de Mollusques, et d'argiles faiblement silteuses et micacées.

J'ai noté, dans cette série, la présence de rares niveaux de micrite argileuse renfermant des nodules de dolosparites à quartz de néogenèse (ar.).

Le forage a donc été arrêté dans la partie tout à fait supérieure de la série marneuse du Dogger et du Malm inférieur traversée sur près de 1000 m à CF.1 ; cette séquence appartiendrait au Bathonien supérieur, Callovien et Oxfordien.

- Série calcaréo-dolomitique du Kimméridgien - (Tithonique ?) - Epaisseur 1120 m -

Comme à CF.1, j'ai pu distinguer deux termes dans la séquence carbonatée de CF.2 :

. une barre dolomitique à la base,

. une série calcaréo-marneuse au sommet.

. La barre dolomitique, épaisse de 50 m, est constituée de dolosparites en gros rhomboèdres clivés, avec pyrite et oxyde de fer entre les grains ; les rhomboèdres sont parfois "zonés" et on note, localement, dans ces dolomies la présence d'inclusions d'anhydrite cristalline.

On se rappelle l'existence d'une barre dolomitique en tous points semblable, à CF.1.

. La série calcaréo-marneuse, épaisse de 1070 m, est constituée, successivement de bas en haut, par :

- des marnes à inclusions étoilées d'anhydrite,
- des marnes argileuses à inclusions de barytine,
- des argiles très silteuses à silts argileux,
- des micrites argileuses, parfois recristallisées, à inclusions d'anhydrite,
- des marnes silteuses, à pyrite oxydée et parfois inclusions d'anhydrite,
- des granules de carbonates non jointifs sur un fond anhydritique,
- des calcaires graveleux constitués de petites gravelles sombres de texture fine, sur un fond anhydritique cristallin,
- des niveaux d'anhydrite fibreuse à inclusions d'argile ferrugineuse,
- des micrites silteuses,
- de très rares niveaux de dolosparites à rhomboèdres clivés avec oxyde de fer entre les grains,
- des micrites oolithiques et graveleuses, à oolithes souvent centrées sur des quartz fins à moyens ; le ciment est recristallisé par places,
- des dolosparites très faiblement gréseuses, à petites inclusions d'anhydrite,
- des biosparites à débris pyritisés, parfois à inclusions d'anhydrite.

J'ai noté, dans ces carbonates, les bioclasts suivants :

. Organismes divers : successivement, de bas en haut, j'ai observé des sections de Coelentérés, Coprolithus cf. salevensis PAREJAS (tr.), des débris de Brachiopodes, des Aptychus sp. (tr.), des spicules réniformes (f.), des débris phosphatés, des débris de

Bryozoaires (tr.), des "filaments" minces, plus ou moins longs, rigides (tr.), des Globochaete, des Serpules, des débris d'Echinodermes, notamment des radioles, des débris de Mollusques plus ou moins recristallisés : Ammonites (tr.), Lamellibranches (f.), et surtout Gastéropodes (ab.).

. Algues : j'ai déterminé par ordre d'apparition, en montant dans la série : Solenoporacées, Pianella sp., Acicularia cf. elongata CAROZZI, Clypeina jurassica FAVRE, nodules d'Algues concrétionnées: groupe des Spongiostromata, Acicularia sp., Clypeina sp., Cayeuxia cf. piae FROLLO, Thaumatoporella sp., Dasycladacées et Codiacées.

. Foraminifères : j'ai observé de bas en haut : Nodophthalmidium jurassicum CAROZZI (on se rappelle la présence de ce Foraminifère, très caractéristique, dans les faciès "récifaux" du Jurassique supérieur des Chaînons jurassiques), Nautiloculina colithica MOLLER, Kurnubia jurassica SMOUT et SUGDEN, Glomospira sp., Trocholina sp., Verneuilinidae ou Valvulinidae, Textulariidae, Ophthalmidiidae, Lagenidae, Lituolidae, Haplophragmoides sp. (f.), Pseudocyclammina jaccardi SCHRODT, Pseudocyclammina sp., Miliolidae.

Cette association correspond parfaitement à celle de CF.1, décrite dans le chapitre précédent et est datée, comme elle, du Kimméridgien avec remaniement possible au Tithonique.

Remarquons, cependant, que la lithologie est plus marneuse à CF.2 qu'à CF.1 dans la moitié inférieure de la série (courbes calcimétriques et étude des microfaciès).

Notons, encore, la présence, à CF.1 et CF.2, de Kurnubia jurassica, forme également rencontrée dans le Jurassique supérieur du Sud tunisien sur le rebord du Dahar (coupe du Djebel Zebassa au Nord de Rhoumerassène - C.GLINTZBOECKEL).

- Zone de passage avec le Crétacé - Epaisseur 250 m -

Cette zone, comparable à celle de CF.1 et qui fait le passage entre Jurassique et Crétacé, est constituée par des alternances de :

- grès fins à moyens, à morphoscopie généralement anguleuse (les quartz sont parfois corrodés), ciment essentiellement carbonaté, plus rarement argilo-chloriteux, avec localement nourrissage des grains de quartz.

- Dolomicrosparites et dolosparites renfermant de la pyrite oxydée, parfois des quartz fins, subanguleux à subarrondis, et de l'anhydrite (r.).

J'ai noté, dans ces carbonates, la présence de débris de Mollusques très recristallisés (f.) et de débris phosphatés (r.) ; de très rares Glomospira sp. ont été observées ponctuellement.

B - /ZEMLET EL BEIDA n°1 (ZB.1)/ -

Le sondage ZB.1, implanté sur l'anticlinal du Djebel Zemlet el Beida, est situé à 35 Km, environ, au Nord Ouest de Gabès.

Le sondage a rencontré, sous un Crétacé inférieur gréso-argileux et marneux, une épaisse série datée du Jurassique (1940 m).

ZB.1 a été arrêté, comme CF.1, dans les niveaux dolomitiques (et argileux) du Lias inférieur et moyen.

J'ai subdivisé la série en 4 séquences :

- Série argileuse et dolomitique du Lias inférieur et moyen - Epaisseur supérieure à 210 m -

Cette série est constituée, de bas en haut, par :

. Une séquence argileuse - Epaisseur 85 m -

A la base, le sondage a rencontré une série d'argiles ferrugineuses gréso-silteuses et micacées alternant avec des dolomicrites très faiblement silteuses. Il s'agit, probablement, d'un épisode argileux localisé dans une masse dolomitique épaisse.

. Une séquence dolomitique - Epaisseur 125 m -

Constituée de biodolosparite graveleuse ou à "pellets", à fantômes de Thaumatoporella sp. (tr.), et Valvulinidae ou Verneuilinidae (tr.), d'argiles à granules de carbonates, à concentrations silteuses, avec micas (ar.) et pyrite (ar.), de biodolosparite à section de Coelentérés, de sparites oolithiques, à inclusions d'anhydrite cristalline, de dolosparites silteuses à fantômes d'oolithes ou de gravelles et rares inclusions d'anhydrite, et de dolosparites parfois à inclusions d'anhydrite, renfermant de la pyrite (af.).

La présence de fantômes de Thaumatoporella me permet de penser que nous sommes dans le Sinémurien - Pliensbachien inférieur (cf. Chaînons jurassiques, Axe Nord-Sud et forage CF.1).

- Série marneuse du Dogger et du Mal inférieur (Bajocien ? - Bathonien - Callovien et Oxfordien) - Epaisseur 730 m -

La série comporte, successivement, des silts carbonatés et argileux, renfermant quelques feldspaths, des micas, de la chlorite, de la pyrite et de très rares minéraux lourds; ces silts présentent parfois un microlitage bien visible ; des marnes très faiblement silteuses, à inclusions d'anhydrite, des micrites argileuses, grésosilteuses, et des argiles silteuses et micacées, renfermant de la pyrite parfois "globulaire" et de l'oxyde de fer, avec "îlots" de silt carbonaté et argileux.

Les rares organismes rencontrés dans la série sont des Ostracodes, des Radiolaires, des Globochaete, des Foraminifères : Spirillina sp., Lenticulina sp., Nodophthalmidium sp. et Agoliaccus sp.

Je noterai, enfin, à part, le meilleur élément de corrélations que j'ai mis en évidence dans la série : une zone à "filaments" minces, longs, rigides (ab.) - 2 m - et une zone à "filaments" longs, zonés (ab.), épaisse de 15 m (Pl.99 fig.193).

Cette répartition restreinte des "filaments" permet une excellente corrélation avec CF.1 où j'ai signalé les "filaments" à la base de la zone marneuse et dans la partie supérieure de la zone calcaire du Dogger.

A ZB.1, juste au-dessus de cette zone à "filaments", une Ammonite pyriteuse, trouvée en carotte, a été déterminée comme Hecticoceras sp. du Bathonien supérieur à Callovien.

- Série dolomitique du Kimméridgien - (Tithonique ?) - Epaisseur 790 m -

Cette séquence est fortement dolomitisée, à la différence de celle de CF.1 et CF.2 dont l'extrême base, seule, était très recristallisée. Les microfaciès du Jurassique supérieur, mis en évidence dans ces forages, transparaissent cependant, ici, à la faveur de zones moins fortement recristallisées.

J'ai observé, des dolosparites à rhomboèdres zonés et inclusions d'anhydrite, des biodolosparites graveleuses, à débris pyritisés, et des dolosparites faiblement gréseuses, parfois à imprégnation d'anhydrite, à fantômes d'oolithes ou de gravelles, recristallisées et pyritisées.

Les organismes et Foraminifères suivants ont été préservés de la dolomitisation : spicules monaxones, Lituolidae, Pseudocyclammina sp., Ostracodes, débris phosphatés, débris d'Echinodermes, débris de Mollusques (surtout Gastéropodes).

J'ai noté, à la base de la série, un microfaciès tout à fait caractéristique : une biomicrite graveleuse dont le ciment est parsemé de rhomboèdres de dolomite ; ce calcaire dolomitique renferme des débris de Mollusques et d'Echinodermes (r.), de nombreuses sections d'Hydrozoaires, des débris d'Algues concrétionnées du groupe Spongiostromata, enfin, Cayeuxia cf. kurdistanica.

Je retrouve donc, ici, en un point tout à fait localisé du Jurassique supérieur, le faciès "récifal" du Kimméridgien - Tithonique des Chaînons jurassiques (Djebel Zaghouan : Kef el Orma et Djebel Ressas).

J'ai également noté, dans un paragraphe précédent, la présence de Coelentérés dans la partie inférieure de la série calcaire du Jurassique supérieur à CF.1 - CF.2 ; ces organismes révèlent l'existence, dans les série du Jurassique supérieur des Chotts, d'épisodes "récifaux" avortés.

- Zone de passage - Epaisseur 210 m -

Semblable à celle rencontrée à CF.1 et CF.2, elle est constituée par des grès à ciment dolomitique et des grès peu consolidés plus ou moins grossiers, des dolomicrosparites et dolosparites gréseuses, à inclusions d'anhydrite cristalline et débris phosphatés, et des biodolosparites finement gréseuses (quartz fins, anguleux à subanguleux) recristallisées en dolomie ; ces dernières renferment des débris de Mollusques recristallisés.

C - /GUELLALA n°1 (GU.1)/ -

Le forage de la RIMROCK Guellala n°1, implanté dans l'Ile de Djerba, a rencontré, dans sa partie inférieure, une série datée du Jurassique supérieur.

Mon interprétation personnelle est la suivante, de bas en haut :

- Séquence calcaréo-dolomitique du Kimméridgien - (Tithonique ?) -

Elle est formée de calcaires dolomitiques bruns à gris, gréseux, avec inclusions et intercalations de bancs d'anhydrite, et de calcaires finement cristallins, bruns à gris, avec argiles schisteuses, grès calcaires renfermant de la glauconie et de l'anhydrite (r.).

Les calcaires sont parfois graveleux ou oolithiques.

Cette séquence, qui mesure 330 m, a livré :

. des Foraminifères : Pseudocyclammina jaccardi SCHRODT

. des Ostracodes : Macrodentina aff. lineata
Macrodentina aff. confinii

L'intervalle est, donc, daté du Jurassique supérieur : Kimméridgien.

- Zone de passage avec le Crétacé -

La série, épaisse de 225 m, est constituée d'alternances d'argiles schisteuses bariolées, gris-vert et rouges, de grès blancs, de calcaires avec quelques bancs d'anhydrite. C'est l'équivalent de la "Zone de passage" des forages du Chott.

Nous retrouvons, à GU.1, une série du Jurassique supérieur tout à fait comparable à celle de CF.1 - CF.2 et ZB.1.

D - /SOUINIA n°1 (SO.1)/ -

Le sondage Souinia n°1 effectué en 1953, a été implanté par la Société Nord-Africaine des Pétroles (S.N.A.P.) sur l'anticlinal du Djebel Souinia, entre Gafsa et Bir el Hafey et à 38 Km au Nord Est de la première ville nommée.

Les séries jurassiques traversées par ce forage ont une épaisseur de 1200 m environ.

Description de la série -

Les matériaux jurassiques du forage (carottes) ont été étudiés en 1964, par J.BONNEFOUS et Ph.DUFAURE. Ils ont reconnu, de bas en haut :

- Sommet du Lias inférieur à Lias moyen - Epaisseur 30 m -

Il est formé, à la base, de dolomicrites homogènes qui renferment des fantômes de Thaumatoporella sp., Algues connues dans le Sinémurien - Pliensbachien inférieur des Chaînons jurassiques.

Le sommet de la série est calcaire mais n'a pu être étudié par absence de carottes.

- Bajocien - Bathonien ? - Epaisseur 20 m -

Ces étages correspondent à des marnes alternant avec des micrites argileuses, peu silteuses, ayant livré seulement de très rares petits débris d'Echinodermes et d'exceptionnels Lagenidae dont Lenticulina sp.. Les "filaments" sont absents. On note la présence de niveaux à longs nodules plus marneux, pyriteux, également dépourvus de "filaments".

L'âge est envisagé par référence à la coupe du Djebel Nara, qui a fourni des Ammonites du Bajocien - Bathonien.

- Bathonien supérieur - Callovien - Oxfordien inférieur - Epaisseur 60 m

- A la base, nous observons des biomicrites à débris d'Echinodermes, sections de grosses Lenticulines : Lenticulina gr. munsteri (?) et "filaments",

- Au-dessus, des micrites argileuses à abondants petits "filaments" alternent, assez régulièrement, avec des marnes à très rares débris ligniteux,

- Au sommet, des micrites peu argileuses sont "pétries" de grands "filaments".

- Oxfordien supérieur - Epaisseur 140 m -

Successivement, de bas en haut, nous avons noté :

- des intramicrites argileuses et des marnes ferrugineuses à Globochaete (ar. à f.), Radiolaires (tr.), "Protoglobigérines", minuscules Miliolidae (tr.) et Ostracodes (tr.).

C'est le faciès "ammonitico rosso" connu dans les Chaînons jurassiques et daté de l'Oxfordien supérieur par Ammonites.

- des micrites homogènes ? (intervalle sans carotte),

- des marnes et micrites argileuses, parfois à intraclasts microsparitiques, contenant de rares "Protoglobigérines", des Radiolaires et Globochaete (f.).

Nous avons remarqué la présence assez exceptionnelle d'Aptychus, de tubes isolés de Bryozoaires (?), de petites Serpules, d'Arénacés à test grossier, de Lagenidae, de petits "Ammodiscus" sp. et d'Ostracodes.

- Oxfordien terminal à Kimméridgien inférieur (?) - Epaisseur 130 m -

En l'absence de carotte dans cet intervalle, les observations de chantier et les courbes de carottage électrique permettent d'individualiser, de bas en haut :

- des calcaires homogènes avec passées de calcaires argileux,

- des marnes et calcaires argileux, très proches de la zone précédente, mais avec légère accentuation du caractère marneux.

- Kimméridgien (supérieur ?) - Epaisseur 80 m -

Nous observons, de bas en haut :

- des micrites argileuses et marnes à Globochaete, Saccocoma et très rares petits "Ammodiscus" sp.,

- des biomicrites à biomicrosparites à "intraclasts", avec valves de petits Mollusques pélagiques, fréquentes Globochaete, présence de Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques.

Les Foraminifères sont assez communs : Lituolidae (dont Haplophragmoïdes sp. ? ou Pseudocyclammina sp. ?) ; on note la présence plus irrégulière de Lagenidae dont "Flabellina" sp., Lenticulina sp., de gros Ophthalmidiidae dont Spirophthalmidium sp. et de petits Verneuilinidae ou Valvulinidae.

Remarque : on retrouve, dans cette zone, de très rares "galets" de micrites à Radiolaires ainsi que des niveaux "microconglomératiques" à Globochaete.

Ce type de microfaciès, commun dans le bassin du Sud Est de la France, s'y développe généralement dans l'intervalle Oxfordien terminal à Tithonique (Ph.DUFAURE).

- Tithonique inférieur - Epaisseur 235 m -

Nous avons reconnu, dans cette séquence, des marnes pyriteuses, et un peu silteuses dans la moitié supérieure, avec passées de micrites plus ou moins argileuses,

La présence de Globochaete est constante, celle de Saccocoma commune, celle de petits "Ammodiscus" sp., d'Arénacés agglutinants et de micro-débris phosphatés est exceptionnelle.

- Tithonique supérieur - Epaisseur 485 m -

A la base, les marnes sont prédominantes. Des passées de micrites peu argileuses, intercalées dans ces marnes, ont livré de rares Tintinnoïdiens et de petits Foraminifères ; parmi les Tintinnoïdiens nous avons pu reconnaître Crassicolaria cf. brevis (ou colomi ?), "Calpionella undelloides" COLOM, Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH; Foraminifères : la présence de petites Spirillina sp. est constante, celle de Nodophthalmidium sp. et de "Protoglobigérines" est exceptionnelle.

Au sommet, des marnes à "microglobulites" de pyrite alternent avec des micrites argileuses pauvres en Tintinnoïdiens et en Foraminifères : Calpionella elliptica CADISCH et Crassicolaria cf. intermedia DURAND DELGA sont communes, Calpionellopsis cf. simplex (COLOM) est rare. Cette dernière forme est probablement en retombées des niveaux supérieurs.

On note la présence de Lenticulines dont Lenticulina gr. cultrata, de petites Spirillina sp. et de grands Arénacés.

Les associations de Tintinnoïdiens permettent de rapporter la série au Tithonique supérieur.

- Berriasien ? - Epaisseur 130 m -

De bas en haut, nous avons observé :

- des grès assez grossiers, en bancs minces, dans des silts argileux et des marnes silteuses azoïques. Remarquons la présence de silts à gros débris épars dont Serpules et Lenticulina sp. (tr.),

- les mêmes grès, en bancs massifs.

- Berriasien supérieur à Valanginien - Epaisseur 50 m -

Des marnes à passées de micrites argileuses renferment de fréquents Tintinnoïdiens, de petits débris et des Foraminifères épars.

Parmi les Tintinnoïdiens, nous avons reconnu : Tintinnopsella cf. longa COLOM, "Calpionellites neocomiensis" COLOM, Stenosemellopsis hispanica COLOM, Amphorellina sp.

On notera l'absence, dans cette association, de Calpionella alpina et Calpionella elliptica, formes qui ne sont pas rares, d'ordinaire, dans le Berriasien inférieur et moyen.

E - /CORRELATIONS ENTRE LES FORAGES ETUDIES ET RELATIONS AVEC LES/ / CHAINONS JURASSIQUES ET L'AXE NORD-SUD - /

1 - CORRELATIONS CF.2 - CF.1 - ZB.1 (cf. fig.74 et 75) -

- Lias inférieur et moyen (Sinémurien - Pliensbachien inférieur) -

Une série calcaréo-dolomitique renfermant des Algues et des Foraminifères a été rencontrée, à CF.1, sur 445 m et c'est dans cette zone qu'a été arrêté le forage. Il semble que cette même séquence ait été abordée sur 125 m à ZB.1 ; les argiles, observées à la base de ce dernier forage pourraient constituer un épisode intercalé dans les dolomies, absent dans le sondage CF.1.

- Dogger et Malm inférieur (Bajocien à Oxfordien) -

Une subdivision lithologique en Dogger calcaire et Dogger + Malm inférieur marneux est possible à CF.1. A ZB.1, en revanche, la lithologie est uniforme et nettement marneuse pendant tout le Dogger et le Malm inférieur. Une corrélation reste, cependant, possible entre les deux sondages, grâce aux zones à "filaments" rencontrées à la base de la série (cf. fig.74).

Etant donné la faible épaisseur de la zone à "filaments" de ZB.1, on peut se demander s'il n'y a pas lacune, dans ce dernier sondage, du Bajocien - Bathonien inférieur ?

Je constate, de toute façon, une nette réduction du Dogger et du Malm inférieur de CF.1 à ZB.1, soit du Sud Ouest vers le Nord Est. La séquence mesure 1180 m à CF.1 et 730 m à ZB.1.

On a vu, enfin, que le forage CF.2 avait été arrêté dans la partie tout à fait supérieure du Dogger et du Malm inférieur, ce qui rend impossible toute corrélation de ce dernier forage avec CF.1 et ZB.1 ; étant donné que le Jurassique supérieur est légèrement plus épais à CF.2 qu'à CF.1, on peut imaginer qu'il en est de même pour le Dogger ? (cf. augmentation d'épaisseur du Dogger de ZB.1 vers CF.1).

- Kimméridgien - (Tithonique ?) -

Les séries de CF.1 et CF.2 sont très semblables, au point de vue de la lithologie et des microfaciès. La microfaune est strictement identique. Elle pourrait être remaniée dans la partie supérieure de la séquence carbonatée de ces deux forages.

Notons une corrélation particulière que j'ai pu établir entre ces deux sondages, à l'aide d'une biozone à spicules réniformes (cf. fig.74).

Remarquons la légère montée du front dolomitique, à CF.1, par rapport à CF.2 ; ce phénomène annonce la forte dolomitisation de la série du Jurassique supérieur de ZB.1.

La série de ZB.1, quoique entièrement dolomitisée, paraît bien être l'équivalent latéral exact du Jurassique supérieur de CF.1 - CF.2 : en effet, nous retrouvons, à l'état de fantômes, les textures et les organismes présents dans ces forages et en particulier Pseudocyclammina sp.

A la base, de la séquence dolomitique de ZB.1, j'ai signalé l'existence d'un épisode "récifal" avorté.

Le sondage CF.2 m'a livré, de son côté, des Coelentérés, au même niveau.

Observons, enfin, la diminution régulière d'épaisseur des séries, du Sud Ouest vers le Nord Est, depuis CF.2 jusqu'à ZB.1 ; la subsidence parait avoir été plus active à CF.2. Les épaisseurs du Kimméridgien - Tithonique sont, en effet, les suivantes : 1120 m à CF.2, 1005 m à CF.1 et 790 m à ZB.1.

- Zone de passage du Jurassique au Crétacé -

Dans les trois sondages se retrouve, identique à elle-même, la zone gréso-dolomitique dont le caractère azoïque rend impossible l'attribution soit au Crétacé, soit au Jurassique. On note une légère diminution d'épaisseur dans le sens SW-NE, de CF.2 vers ZB.1 (CF.2 = 250 m, CF.1 = 225 m, ZB.1 = 210 m).

2 - RELATIONS DES SONDAGES DU CHOTT AVEC LES CHAINONS JURASSIQUES ET L'AXE NORD-SUD -

- Lias inférieur et moyen (Sinémurien - Pliensbachien inférieur) -

Il offre une remarquable continuité de faciès depuis le Nord des Chaînons jurassiques (Djebel Ressas) jusqu'aux forages du Chott, en passant par l'Axe Nord-Sud.

J'ai retrouvé les mêmes Algues (Thaumatoporella, Cayeuxia) et Foraminifères (Verneuilinidae ou Valvulinidae) dans des faciès identiques plus ou moins dolomitisés de dismicrites graveleuses et à "pellets" ; notons que le point où la dolomitisation est la plus

forte se situe dans l'Axe Nord-Sud (Djebel Nara). Les microfaciès du Lias me paraissent, cependant, plus diversifiés dans les forages du Chott où coexistent les microfaciès décrits plus haut et des calcaires oolithiques ou bioclastiques dolomitisés.

Remarquons, également, la présence, dans ces roches, d'anhydrite inconnue dans les faciès plus septentrionaux et l'existence de rares coprolithes, éléments qui doivent traduire des conditions marines plus confinées ; l'apparition du Foraminifère Pfenderina butterlini, non rencontré dans les Chaînons jurassiques, est également à souligner.

- Toarcien - Aalénien -

Présents dans les Chaînons jurassiques, réduits dans l'Axe Nord-Sud, ces étages paraissent absents dans la région des Chotts, où le Bajocien surmonterait directement les dolomies du Lias inférieur et moyen.

- Bajocien à Oxfordien -

Les zones à "filaments" sont communes aux Chaînons jurassiques et à la région des Chotts. Les "filaments" sont rares mais présents dans l'Axe Nord-Sud.

Le faciès "ammonitico-rosso" rencontré dans les Chaînons jurassiques, oblitéré par la dolomitisation dans l'Axe Nord-Sud (sauf dans sa partie septentrionale), est inconnu dans les forages des Chotts. Cependant, la présence fugace de "Protoglobigérines", à CF.1, pourrait indiquer que l'Oxfordien supérieur est tout de même représenté.

- Kimméridgien - (Tithonique ?) -

L'épaisse série calcaréo-dolomitique, rencontrée dans les forages du Chott, diffère, fortement, de la séquence de même âge observée dans les Chaînons jurassiques, aussi bien au point de vue de la structure de la roche que des organismes et Foraminifères qu'elle contient.

Le tableau ci-contre résume les différences importantes et les quelques points communs existant entre les faciès du Chott et ceux des Chaînons jurassiques.

COMPARAISON DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR DES FORAGES DU CHOTT ET DES CHAÎNONS JURASSIQUES

MICROLITHOLOGIE		ORGANISMES . MICROFAUNE . FLORE	
DIFFÉRENCES	RESSEMBLANCES	DIFFÉRENCES	RESSEMBLANCES
1) Absence dans les forages du Chott de calcaires à texture fine de type pélagique (calcaires cf. faciès pélagiques profonds des chaînons)	1) Présence dans les forages du Chott de calcaires bioclastiques et graveleux (cf. faciès périrécifaux et récifaux des chaînons)	1) Absence complète des Calpionelles dans les forages du Chott	1) Présence de Pseudocyclammina abondantes dans les forages du Chott et rares dans les coupes d'Hammam Zriba, du Ressas et du Kef El Orma (Zaghouan)
2) Présence d'inclusions et de bancs d'anhydrite inconnus dans les chaînons jurassiques	2) Existence d'un épisode récifal cf. chaînons jurassiques à ZB 1 et Coelentérés à CF 2	2) Très grande rareté des Saccocoma et Crinoides pélagiques dans les sondages du Chott	2) Présence de quelques Algues identiques dans les chaînons jurassiques et les sondages du Chott, en particulier Cayeuxia gr. piae, Clypeina jurassica
3) Présence commune de quartz détritiques dans les faciès du Chott, inconnus dans les chaînons jurassiques		3) Présence de Coprolithes dans les sondages du Chott, très rares dans les chaînons	3) Présence de Nodophthalmidium jurassicum dans les deux faciès, mais ces foraminifères très rares dans les forages du Chott, abondants dans le Jurassique supérieur récifal des chaînons.
4) Présence de calcaires oolithiques dans les forages du Chott, absents dans les chaînons		4) Microfaune spéciale dans les faciès des chotts : Anchispirocyclina, Kurnubia, etc.	
5) Superposition d'une série détritique continentale du Crétacé inférieur précédée d'une zone de passage dans les sondages du Chott - série marine à Tintinnoïdiens du Crétacé inférieur dans les chaînons		5) Présence de cortèges d'Algues en général différents dans les forages des chotts et les chaînons jurassiques	

Nous ne parlerons pas, ici, de l'Axe Nord-Sud dont, seule, la partie supérieure du Tithonique faisant passage au Berriasien a été préservée de la dolomitisation (formation Sidi Kralif) ; notons, toutefois, que la forte dolomitisation de la série du Jurassique supérieur de ZB.1 rappelle celle de l'Axe Nord-Sud (formation des dolomies du Nara).

3 - RELATIONS DES SONDAGES DU CHOTT AVEC SOUINIA n°1 (cf. fig.76) -

Le Lias inférieur et moyen, calcaréo-dolomitique, est semblable à celui de CF.1 et ZB.1 et a fourni les mêmes Algues caractéristiques, à l'état de fantômes.

Remarquons la présence, aussi bien à SO.1 que dans les forages du Chott, de "filaments" dans le Bathonien supérieur - Callovo-Oxfordien inférieur.

Notons que les faciès rouges à "Protoglobigérines" existent à SO.1 ; ce forage constitue le point le plus méridional où les faciès "ammonitico-rosso" de l'Oxfordien supérieur ont été reconnus en Tunisie.

L'intervalle Bajocien à Oxfordien supérieur est peu épais à SO.1 (220 m) alors qu'il est fortement subsident dans les forages du Chott (1180 m à CF.1 et 730 m à ZB.1).

Si le Kimméridgien - Tithonique présente des épaisseurs comparables à celles des forages du Chott (930 m à SO.1 pour 1005 m à CF.1), les faciès sont, en revanche, très dissemblables : nous trouvons à SO.1, un Kimméridgien - Tithonique marno-calcaire, de faciès pélagique, à Saccocoma, Globochaete et Tintinnoïdiens qui se rattache, donc, aux faciès des Chaînons jurassiques. Les faciès calcaréo-dolomitiques des sondages du Chott sont, au contraire, néritiques avec apports détritiques : milieu côtier, vaseux ou estuarien.

La présence de Lituolidae est le seul élément commun à Souinia et aux forages du Chott.

Le Crétacé inférieur est pélagique à SO.1 (faciès à Tintinnoïdiens) mais les influences continentales n'y sont pas exclues (présence de niveaux de grès). On a vu que, dans les forages du Chott, le Crétacé inférieur était du type "Wealdien".

CHAPITRE III

LE GOLFE DE GABES

La S.N.P.A. a effectué, en 1968, dans son permis du golfe de Gabès (association S.N.P.A. - E.R.A.P.), deux forages "off-shore" ayant traversé les séries jurassiques.

Le premier, Tanit n°1 (TIT.1), est situé à, environ, 35 Kilomètres de la côte tunisienne (environ 55 Km au Sud Est de Zarzis et 55 Km au Nord Est de Ben Gardane).

Le second, Echmoun n°1 (ECO.1), plus proche de la côte (15 Km), est distant de 50 Km de Zarzis et de 40 Km de Ben Gardane.

A - /TANIT n°1 (TIT.1)/ -

Les échantillons du forage ont été étudiés par M.HAMAOUI, H.BISMUTH et C.POUMOT (S.N.P.A. et S.E.R.E.P.T.).

- A la base l'association palynologique suivante a été observée : Classopollis sp. (f.), Zonalopollenites trilobatus, Zonalopollenites segmentatus, Zonalopollenites dampieri, Gleicheniidites senonicus, Inaperturopollenites sp., Gonyaulax jurassica, Concavisporites juriensis.

L'âge présumé de cette association est "Dogger" mais il est difficile de savoir si elle est bien en place ou retombée de niveaux plus élevés du forage.

- Au dessus, se rencontre une zone de biodismicrites parfois graveleuses, à "pellets" et oolithes, avec des débris de Gastéropodes et d'Echinodermes, des Algues Codiacées, des Cylindroporella sp., Pfenderina sp., Verneuilinidae ou Valvulinidae et Ostracodes (Pl.101 fig.197).

Au point de vue des microfaciès, ces niveaux se comparent assez bien avec ceux observés à CF.1 dans le "Dogger calcaire", et datés du Bajocien - Bathonien inférieur probable.

- Sur une épaisseur réduite, des microfaciès tout à fait caractéristiques ont été observés : il s'agit de biomicrites à passées de dolomicrosparites parfois graveleuses, de sparites gréseuses et d'anhydrite. Les Meyendorffina bathonica sont, dans certaines plaques minces, assez fréquentes et sont associées à des Cayeuxia, Textulariidae, Verneuilinidae ou Valvulinidae et Mollusques (Pl.101 fig.196).

L'âge de cette biozone est Bathonien supérieur.

- Des microfaciès caractéristiques ont été identifiés au sommet de la séquence suivante : ce sont des micrites légèrement dolomitiques contenant des Pfenderina sp. (Pfenderina aff. salernitana ?) Kurnubia sp., Verneuilinidae ou Valvulinidae et Cylindroporella sp.

En raison de sa position stratigraphique (entre la zone à Meyendorffina bathonica et la zone à Pseudocyclammina jaccardi), cette séquence peut être considérée comme étant d'âge Callovo-Oxfordien probable.

- Au dessus, des biodismicrites et biomicrites contiennent des Pseudocyclammina cf. jaccardi SCHRODT, Kurnubia spp., Kurnubia cf. wellingsi (HENSON) et Kurnubia cf. palastiniensis HENSON, Arrobaculites cf. coprolithiformis ? SCHWAGER, Verneuilinidae et Ostracodes.

L'âge de cette biozone pourrait être Kimméridgien et serait, dans ce cas, comparable aux niveaux à Anchispirocyclina cf. praelusitanica rencontrés à CF.1 (cf. p. 249), niveaux datés aussi du Kimméridgien. Par contre, du moins pour une partie de cette biozone, un âge Oxfordien ne serait pas complètement exclu.

Le Jurassique est surmonté par des argiles gris-noir à gris-vert, feuilletées, ayant livré, en lavages, des Oogones de Characées et des Ostracodes lisses de faciès saumâtre (?) notamment Bisulcocypris et Darwinulina sp. datant la série du Purbecko-Wealdien ?

Ces Ostracodes et Characées se retrouvent, en retombées, dans une partie du Jurassique.

B - /ECHMOUN n°1 (ECO.1)/ -

Le sondage Echmoun n°1 a traversé une série jurassique comparable à celle de Tanit n°1. Il a pénétré plus avant dans la série puisqu'il a traversé une séquence évaporitique non rencontrée par TIT.1.

Aucun élément de datation microfaunistique n'a pu être mis en évidence dans cette série qui pourrait appartenir au Trias.

En revanche, les études palynologiques (C.POUMOT) ont montré qu'un niveau d'argile rouge sombre observé à ECO.1 pouvait être attribué au "Lias - Infralias".

Il a fourni en effet une association de Classopollis sp., Marattisporites sp. et Cyathidites sp. caractéristique de ces sous-systèmes.

Les séries jurassiques de ces deux forages sont très comparables, en plus réduites, à celles que nous avons décrites précédemment pour les sondages du bassin des Chotts. Par ailleurs, la microfaune présente n'est pas sans rappeler celle que nous trouverons dans les coupes de terrain du Sud tunisien (cf. quatrième partie p.275).

CHAPITRE IV

LE SAHEL

Nous allons examiner, rapidement, les quelques forages implantés au Sahel et qui ont traversé des séries jurassiques ; nous nous attacherons, spécialement, aux sondages de Ktitir n°2 (KT.2) et de Nasr Allah 101 (NA.101) situés dans le Sahel septentrional et à celui de Bir Ali Ben Khalifa n°1 (ABK.1) dans le Sahel méridional.

A - /KTITIR n°2 (KT.2)/ -

1 - GENERALITES -

Le sondage Ktitir n°2 (KT.2), implanté, en 1952, par la Compagnie des Pétroles de Tunisie (C.P.D.T.) à environ 35 Km au Sud de Kairouan, a recoupé, en profondeur, une série calcaréo-dolomitique surmontant une séquence évaporitique. La séquence calcaréo-dolomitique avait été interprétée, à l'époque, comme appartenant au Jurassique ? ou à l'Aptien ? tandis que les évaporites étaient rapportées au Trias probable.

Les matériaux de ce forage ont fait l'objet, en 1963 - 1964, d'un nouvel examen (H.BISMUTH et J.BONNEFOUS) qui a conduit à une interprétation plus complète.

2 - STRATIGRAPHIE -

Nous avons subdivisé la partie profonde du sondage de la façon suivante, de bas en haut :

- le Lias inférieur et moyen dont l'épaisseur est de 120 m -

De bas en haut, nous avons noté les microfaciès suivants : des dismicrites argileuses, graveleuses, des dolosparites graveleuses, à fantômes de Thaumatoporella, des dolosparites avec argile intersticielle présentant des rhomboèdres zonés, des dolomicrosparites, des micrites et microsparites graveleuses et à "pellets".

Soulignons la présence, dans cette série, de Thaumatoporella Algue couramment rencontrée dans le Sinémurien - Pliensbachien inférieur des Chaînons jurassiques et du sondage CB.1. La présence du Lias a été confirmée par l'étude des Coccolithes (Colviella crucicentralis, Parhabdolithus liasicus).

- le Jurassique moyen à supérieur dont l'épaisseur atteint 280 m -

Nous avons distingué :

. un niveau inférieur dolomitique formé de dolosparites et de dolomicrosparites, à rhomboèdres "zonés", parfois pyriteuses ou légèrement glauconieuses.

. un niveau supérieur de dolomie gréseuse et d'argile qui comprend, successivement, des dolomicrosparites légèrement gréseuses et pyriteuses, des dolomicrites argileuses, des marnes dolomitiques

finement gréseuses, des dolosparites à rares débris d'Echinodermes et fréquentes inclusions de silice non détritique, des grès dolomitiques fins à ciment de pyrite ou de dolomicrite et des microsparites argileuses, glauconieuses, à rares grains de quartz grossier.

En microfaciès, nous n'avons aucun élément de datation pour cette série qui pourrait correspondre, éventuellement, au Dogger et au Malm de l'Axe Nord-Sud ?

En Palynologie, ont été successivement reconnues des formes de l'Oxfordien (Gonyaulacysta granulata, Systematophora orlifera, Gonyaulacysta cladophora) puis du Kimméridgien à Néocomien (Cannosphaeropsis caillenyi, Marattisporites sp., Spheripollenites sp.) (déterminations C.BOULOUARD). Dans cette même série l'examen des Nannofossiles a montré, successivement, la présence de Jurassique supérieur (Tetralithus sp. 1 et 2, Bucculinus sp., Ellipsagelosphaera sp.), puis du Tithonique supérieur à Barrémien (Nannoconus steinmanni KAMPTNER) (Déterminations F.DERES et J.ACHERITEGUY).

B - /NASR ALLAH n°101 (NA.101)/ -

Un forage S.N.P.A. - S.E.R.E.P.T. Nasr Allah 101 (NA.101) implanté à l'Est du Djebel Cherahil, près du village de Nasr Allah - Feuille 1/50 000 Nasr Allah n°79, x = 501 000, y = 223 520 - a traversé une série jurassique de type Axe Nord-Sud.

C - /BIR ALI BEN KHALIFA n°1 (ABK.1)/ -

GENERALITES -

Ce forage de la RIMROCK, situé dans le Sahel sud, à environ 60 Km à l'Ouest de Sfax, a rencontré, en profondeur, une série jurassique épaisse de 1975 m. Cette série a pu être subdivisée, de bas en haut, par R.F.SCHWAB, en six intervalles :

- 120 mètres de marnes brun foncé à noires et de calcaires brun foncé qui n'ont livré que quelques Lenticulines au sommet de ce membre. Cet intervalle a été interprété provisoirement comme liasique par la RIMROCK. Pour ma part, compte tenu des corrélations avec CF.1 je pense que cette séquence pourrait correspondre au "Dogger calcaire" de CF.1 (Bajocien - Bathonien inférieur ?).

- 220 mètres d'argiles et de marno-calcaires attribués au Bathonien.

- 700 mètres de marnes de couleur bleu foncé, gris-verdâtre, brune et noire, souvent fortement silteuses et de calcaires beiges finement cristallins.

Ces marnes renferment une faune très uniforme de Lenticulina et de Brotzenia (Epistomina), radioles d'Echinides et dents de Poissons. Une carotte prise dans ce membre a livré une Ammonite du Bathonien : Ebrayiceras sp.

J'ai, personnellement, examiné les cuttings de ce forage, dans cette zone, et reconnu des filaments (r.), des Globochaete (r.), des Radiolaires (r.) et des Epistomines (r.) du Dogger. La carotte où à été trouvée l'Ammonite correspond microscopiquement, à une marne faiblement silteuse qui renferme quelques "filaments".

- 180 mètres de calcaire brun foncé à gris et de dolomies appartenant au Callovien probable.

- 275 mètres de marnes gris-verdâtre et bleues et d'argiles bleues avec quelques intercalations de calcaire argileux brun foncé ; on note la présence de pyrite et de lignite dans les joints de stratification. La faune comporte Lenticulina, Brotzenia (Epistomina) et Ostracodes du Callovo-Oxfordien.

- 480 mètres de Jurassique supérieur constitué par des dolomies calcaires à calcaires dolomitiques oolithiques, des argiles schisteuses bariolées avec présence de grès dolomitiques dans la partie supérieure.

Cette série a livré notamment, des Epistomines du Jurassique supérieur.

CHAPITRE V

LE CENTRE NORD

Jusqu'à une date récente, à la suite des travaux des différents auteurs (PERVINQUIERE, SOLIGNAC, CASTANY, BUROLLET), on distinguait, au Crétacé, un "sillon tunisien" situé en Tunisie septentrionale et dont la flexure sud correspondait à la ligne Tunis - Pont du Fahs - Maktar - Tadjérouine, et, plus au Sud, une plateforme stable appelée "Ile de Kasserine" dans sa partie méridionale.

Les enseignements stratigraphiques des forages profonds exécutés en Tunisie par la S.N.P.A. - S.E.R.E.P.T. sur le permis Centre-Nord, entre 1966 et 1968, amènent à modifier profondément cette notion, en ce qui concerne le Crétacé inférieur.

Ces sondages ont mis en évidence des séries de type flysch d'une épaisseur considérable dans le Crétacé inférieur, près de Maktar (Oued Bahloul 101) et de Kasserine (Douleb 101). Le Néocomien et le Barrémien atteignent une épaisseur supérieure à 5000 m. De ce fait, ces sondages profonds n'ont pas pu explorer le Jurassique et nous en sommes réduits à des extrapolations et des hypothèses, en ce qui concerne l'existence et la nature des faciès jurassiques de cette zone. C'est pour cette raison que nous avons mis un point d'interrogation, dans cette région, sur nos reconstitutions paléogéographiques (cf. sixième partie - C).

/ QUATRIEME PARTIE /

APERCU RAPIDE SUR LE JURASSIQUE DES REGIONS VOISINES ET SES RELATIONS AVEC NOTRE ETUDE.

Nous examinerons, successivement, les régions suivantes :

I - Le Sud tunisien et la Tripolitaine,

II - L'Algérie du Nord,

III - La Sicile.

En ce qui concerne le Sud tunisien et la Tripolitaine, je ne poserai que quelques jalons (coupes de terrain et sondages) renvoyant le lecteur aux très remarquables travaux de G.BUSSON, et en particulier à son ouvrage "Le Mésozoïque saharien Première partie - Extrême Sud tunisien" (1967), complétés par les études de microfaciès menées par Ph.DUFAURE.

Je résumerai, très brièvement, les nombreuses études consacrées au Jurassique de l'Algérie du Nord et de la Sicile, m'attachant surtout à mettre en évidence les points de comparaison ou de divergence avec les séries tunisiennes.

CHAPITRE I

SUD TUNISIEN ET TRIPOLITAINE

/COUPES DE TERRAIN/ - d'après G.BUSSON et Ph.DUFAURE -

La cuesta jurassique du Dahar s'étend, en Tunisie, sur 160 Km, du Sud des Matmata à la région de Dehibat où elle s'infléchit vers l'Est pour participer à la chaîne libyenne du Djebel Nefousa (fig.78).

Le tableau ci-joint (Tableau 9), dû à Ph.DUFAURE (1966) montre l'équivalence des formations en Tunisie septentrionale et centrale, dans le Sud tunisien et en Tripolitaine.

Les coupes de terrains effectuées dans la région de Foum Tatahouine par la S.E.R.E.P.T. (1955-1956) et les études de G.BUSSON (1959-1964) permettent de synthétiser la série de la façon suivante (d'après G.BUSSON - 1963) ; de bas en haut :

- les gypses de la Metsaoua (600 m) présentent une barre carbonatée oolithique située au tiers inférieur, qui constitue l'horizon repère des forages sahariens et la base conventionnelle du Lias ("horizon B"). Des intercalations calcaires dans la partie supérieure (100 derniers mètres) des "gypses de la Metsaoua" ont fourni à BUSSON une faune de bivalve du Bathonien inférieur probable ; les gypses de la Metsaoua doivent représenter, de ce fait, le Lias, le Bajocien et une partie du Bathonien.

- les calcaires de Krachoua (90 m), renferment des bivalves et sont d'âge Bathonien inférieur et moyen,

- les argiles et grès de Techout (110 m) ont livré des bivalves et débris de bois et sont datés du Bathonien supérieur,

- les calcaires et marnes de Beni-Oussid (65 m), sont riches de nombreux bivalves, d'âge callovien,

- les calcaires et marnes de Krechem-el-Miit (70 m), à nombreux bivalves d'âge oxfordien,

- les calcaires de Rhoumrassène (30 m), à bivalves, présumés kimméridgien ?

- les calcaires de Merbah es Asfer d'âge portlandien possible ?

FORMATIONS DU JURASSIQUE ET DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR

ETAGES	TUNISIE DU NORD-EST À TUNISIE CENTRALE (J. BONNEFOUS, P.F. BUROLLET-G. CASTANY)	TUNISIE CENTRALE (PARTIE SUD) (P.-F. BUROLLET)	ALGÉRIE SAHARIENNE ORIENTALE (SURFACE)	SUD TUNISIEN (TATAOUINE / KEBERNE) (G. BUSSON)	TRIPOLITAINE DJEBEL NEFOUSA (C.P.T.L.)
TURONIEN	Calcaires de BAHLOUL ⑥			Corniche supérieure ⑥	? Dolomie de GARIAN
CÉNOMANIEN	Argiles de FADHENE — *Rotalipora* — *Ticinella*	Dolomies et Gypses "*Praecosinella*" du ZEBBAG	*Préalvéolines*	Gypses Dolomies et Argiles du ZMERTENE ? ?	Gypses et Dolomies de l'AÏN-TOBI ? ?
ALBIEN		Dolomies, Marnes et Sables de GAFSA	Dolomies du "VRACONIEN"		
APTIEN	Calcaires du SERDJ — *Globigerinella* — *Choffatelles*		Barre APTIENNE	Calcaires de GUELIBELTINE — *Hensonella*	"Dolomie de DJADO"
BARRÉMIEN	Marnes de l'Oued GUELTA	Sables du BOUDINAR	Grès du CONTINENTAL INTERCALAIRE	*Orbitolina lenticularis* Grès du CONTINENTAL INTERCALAIRE	Grès de CHICLA ? Grès de CABAO
HAUTERIVIEN		Calcaires, Marnes et Grès du MELOUSSI			
VALANGINIEN					
BERRIASIEN	? ? ?	Argiles du SIDI-KRALIF	? ?		
TITHONIQUE	Calcaires marneux ⑤ du STAA ⑥ — *Calpionelles* — *Saccocoma*		*Anchispirocyclina lusitanica* *Pseudocyclammina jaccardi*		
KIMMÉRIDGIEN	(Equivalent latéral = calc. récifaux du Kef el Orme)	?			
"CORALLIEN"	Couches rouges du ZARESS ⑥ — *Protoglobigérines*	Dolomies (supérieures) du NARA	*Kurnubia*	Calcaires de MERBAH EL ASFER Calcaires de RHOUMRASSENE *Sticinella steinekei* Marnes et Calcaires de KRECHEM-EL-MIT *Kurnubia palastiniensis*	Dolomies et Grès de SCECSCIUK *Kurnubia*
OXFORDIEN					
CALLOVIEN	Marnes et Calcaires ⑤ du BOU KORNINE (Hammam-Lif) — *"Filaments"* — *Lingulines* *Spirillines*	Membre carbonaté.		Calcaires et Marnes de BENI-OUSSID ⑥ *Kurnubia* Argiles et Grès de TECHTOUT Calcaires de KRACHOUA	Grès et Argiles de GIOSC Calcaire de TOCBAL
BATHONIEN					
BAJOCIEN		(série très condensée du DJEBEL HAOUARED)	? ? ? ?	? ? ? ?	? ?
TOARCIEN					
LIENSBACHIEN	Calcaires de RESSAS — *Palaeodasycladus* et *Thaumatoporella* — *Austrocolomia*	? ? ? Dolomies (inférieures) du NARA ? ?	niveau B	Gypses de la MESTAOUA ? Calcaires de ZMILET HABER	Dolomies et Gypses des ABBREGHS Calcaires de BU-EN-NIRAN Gypses de BIR-EL-GHNEM
SINÉMURIEN					
HETTANGIEN					
KEUPER					

La cuesta jurassique du Dahar (entourée de noir sur le tableau) correspond à l'ensemble "calcaire de Beni-Oussid à calcaires de Merbah es Asfer".

L'évolution des conceptions stratigraphiques concernant les séries jurassiques est résumée dans le tableau 10 dû à Ph.DUFAURE (1966). On trouvera, dans la notice bibliographique le titre des différentes publications se rapportant à ce tableau.

RESULTATS DES ETUDES PAR MICROFACIES (Ph.DUFAURE) -

. Calcaires et marnes de Beni-Oussid -

- On note la présence de Kurnubia gr. jurassica (HENSON) à partir de la base, de Kurnubia sp. dans la moitié inférieure, de Kurnubia cf. wellingsi (HENSON) en V très ouvert qui paraît limitée à la partie supérieure de la séquence ayant fourni Erymnoceras sp.

- Eoguttulina cf. oolithica TERQUEM et Nautiloculina gr. oolithica MOHLER, se rencontrent dans toute la série.

- Cylindroporella sp., Arabicodium sp., Favreina sp., sont épisodiques, dès la base.

- Des horizons à abondants spicules globuleux ont été observés dans la moitié supérieure de la formation.

Ph.DUFAURE attribue l'ensemble de la séquence au Bathonien terminal - Callovien inférieur, Erymnoceras sp. date la partie supérieure de la série du Callovien inférieur.

. Marnes et calcaires de Krechem-el-Miit (barre calcaire médiane) -

- Cette série renferme des Kurnubia plus allongées, avec réseau sous-épidermique plus fin et plus serré que dans les formes sous-jacentes et associées à des formes à terminaison unisériée : Kurnubia cf. bramkampi REDMOND et K.palastiniensis HENSON,

- Des Algues diverses ont été observées : Pianella notamment Pianella gr. annulata CAROZZI, Arabicodium sp. et Cylindroporella sp.

Kurnubia bramkampi a été décrite par REDMOND du Callovien d'Arabie Séoudite. En dépit de la présence de Pianella gr. annulata l'âge Callovien de la barre calcaire médiane paraît bien établi.

DE LA
CUESTA JURASSIQUE DU DAHAR
(RÉGION DE TATAHOUINE)

FORMATIONS (Terrain) G. BUSSON (1960 à 1965)	PERVINQUIERE (1905) R. DOUVILLE et H. JOURDY (1905)	PERVINQUIERE (1908) H. DOUVILLE (1908)	PERVINQUIERE (1912)	MATHIEU. (1949)	SEREPT (1955) (1956)	BUSSON FRENEIX (1963)	BUSSON DUFAURE (1966)
Grès du CONTINENTAL INTERCALAIRE					CRÉTACÉ INFÉRIEUR (WEALDIEN)	WEALDIEN	Equivalent CRÉTACÉ INFÉRIEUR ? A JURASSIQUE SUPÉRIEUR ? (pro-parte)
Calcaires de MERBAH EL ASFER				? "PORTLANDIEN des auteurs"	"PORTLANDIEN des auteurs"	"PORTLANDIEN des auteurs"	? indéterminé (équivalent du "Corallien")
Calcaires de RHOUMRASSENE	"PTÉROCÉRIEN" A "SÉQUANIEN" Ŧ (Echinides)	"SÉQUANIEN" (Echinides, Polypiers) OXFORDIEN Ŧ (Brachiopodes)	Interprétation inchangée par rapport à 1908	"PTÉROCÉRIEN"	KIMMÉRIDGIEN μF	Ŧ KIMMÉRIDGIEN	OXFORDIEN SUPÉRIEUR μF
Marnes et Calcaires de KRECHEM EL MIIT		⊕ CALLOVIEN		"SÉQUANIEN" Ŧ Hemicidaris crenularis	"LUSITANIEN" OXFORDIEN CALLOVIEN ⊕	Ŧ OXFORDIEN	OXFORDIEN A CALLOVIEN SUPÉRIEUR (?)
						?	CALLOVIEN MOYEN μF
Calcaires et Marnes de BENI OUSSID	BATHONIEN Ŧ (Brachiopodes Pélécypodes)	BATHONIEN SUPÉRIEUR Ŧ (Brachiopodes et Pélécypodes)		A Ŧ Trigonia pullus	BATHONIEN SUPÉRIEUR ?Ŧ Trigonia pullus	Ŧ CALLOVIEN	CALLOVIEN INFÉRIEUR A μF BATHONIEN terminal
Argiles et Grès de TECHTOUT	? ?			BATHONIEN	BATHONIEN Ŧ (pro-parte)	CALLOVIEN INFÉRIEUR Ŧ A BATHONIEN SUP	BATHONIEN SUPÉRIEUR
Calcaires de KRACHOUA			LIAS Ŧ (Echinides)	Ŧ Avicula costata Astarte douvillei	BAJOCIEN A LIAS SUPÉRIEUR ? Ŧ Astarte angulata	BATHONIEN MOYEN INF Ŧ ? ?	BATHONIEN MOYEN INFÉRIEUR
Gypses de la MESTAOUA				LIAS A TRIAS SUPÉRIEUR	LIAS	LIAS	BATHONIEN A LIAS
Calcaires de ZMILET HABER					niveau B		

d'après Ph. DUFAURE (1966)

. Marnes et calcaires de Krechem-el-Miit (partie supérieure) -

- Cette formation a livré Lenticulina cf. munsteri ROEMER, Lenticulina gr. polonica WISNIEWSKY, Epistomina cf. mosquensis (UHLIG) dès la base, Epistomina cf. parastelligera HOFKER au sommet.

Il s'agit, ici, de faciès marins à Serpules, Echinodermes et débris d'Ophiures ; ils sont dépourvus de "filaments". Ph.DUFAURE propose, provisoirement, un âge Oxfordien supérieur pour cette série, en attendant de disposer de matériaux plus meubles afin d'en étudier les microfaunes libres.

. Calcaires de Rhoumrassène -

Les sections suivantes ont été reconnues :

- Kurnubia wellingsi (HENSON) (forme longue) associée, au sommet de la formation, à Steinekella steinekei REDMOND,

- Ammobaculites coprolithiformis SCHWAGER, Ammobaculites cf. suprajurassicum SCHWAGER, avec Pseudocyclammina sp.,

- Trocholina gr. alpina LEUPOLD associée à Trocholina gr. elongata LEUPOLD et Trocholina gr. conica SCHLUMBERGER, Epistomina cf. parastelligera HOFKER,

- Protopeneroplis striata WEYNSCHENK.

Cette association de Foraminifères permet à Ph.DUFAURE d'attribuer cette séquence à l'Oxfordien supérieur.

. Marnes et calcaires de Merbah el Asfer -

On note la présence de Kurnubia jurassica (HENSON), Eoguttulina cf. pisiformis GORDON.

Ph.DUFAURE propose, pour cette série, un âge Oxfordien terminal à Kimméridgien basal par corrélation de la cuesta calcaire du Dahar avec l'épisode calcaire d'âge sensiblement équivalent connu dans les sondages du Sahara algérien (Pa.1, Te.1, Hn.1, To.1).

Par rapport aux sondages sahariens et aux sondages du Chott plus complets, il manquerait, donc, dans le Sud tunisien, les calcaires à Pseudocyclammina jaccardi SCHRODT et au-dessus les calcaires à Anchispirocyclina lusitanica EGGER (Kimméridgien).

CONCLUSIONS A L'ETUDE DES MICROFACIES -

Au terme de ces études DUFAURE constate que le Bathonien supérieur, le Callovien inférieur, le Callovien moyen, le Callovien supérieur - Oxfordien inférieur, l'Oxfordien supérieur - Kimméridgien inférieur, sont représentés dans la cuesta Jurassique.

Ces résultats sont un peu différents de ceux obtenus par Madame FREINEX à partir des faunes de Lamellibranches (137). Ils vieillissent d'un demi-étage l'ensemble des formations de la cuesta compris entre les calcaires et marnes de Beni-Oussid et les calcaires de Rhoumrassène.

Ces vues sont partagées par BUSSON dont les récoltes de fossiles ont apporté d'autres arguments pour vieillir la série : Madréporaires, Brachiopodes, Céphalopodes (1967).

Notons que la coupe du Djebel Zebassa - Ress Krerachefa avait livré, dès 1956, à C.GLINTZBOECKEL : Kurnubia jurassica et Kurnubia wellingsi puis Trocholina alpina et Trocholina elongata. A Oudjah el Gabel, dans un niveau sous-jacent à l'épisode à Trocholines, avait été rencontré Pseudocyclammina sp. (45).

La coupe de Krachoua a fourni à la S.E.R.E.P.T. une faune d'Ostracodes datant la série du Dogger à l'Oxfordien (1960).

La série jurassique du Sud tunisien s'étendant des calcaires et marnes de Beni-Oussid aux calcaires de Rhoumrassène correspond à des faciès néritiques et présente certains points communs avec les formations observées dans les sondages du Chott Fedjedj.

Les Foraminifères sont parfois identiques : Kurnubia, Trocholines, Pseudocyclammines,

Il y a passage progressif à une série détritique.

Si l'hypothèse, quant à l'âge des séries calcaires jurassiques du Sud tunisien, formulée par G.BUSSON et Ph.DUFAURE est vérifiée, les grès du "Continental Intercalaire" considérés jusqu'à présent comme wealdiens seraient, en fait, Jurassique supérieur à Crétacé inférieur (Purbecko-Wealdien). Ils reposeraient sur l'Oxfordien et non sur le Kimméridgien - Tithonique, comme celà était classiquement admis.

/FORAGES/ -

. Bir Soltane (BS.1) - S.E.R.E.P.T. -

Le Jurassique étant absent à Melab n°1 (MA.1) par lacune ou érosion postérieure au dépôt de la série (seuil des Matmata), le forage du Sud tunisien le plus proche de CF.1 - CF.2 ayant traversé une séquence jurassique est Bir Soltane n°1 (BS.1), implanté sur le Dahar à environ 70 km au Sud de CF.1.

Je subdiviserai le forage de la façon suivante (nouvelle interprétation), de bas en haut :

- une série calcaréo-dolomitique avec quelques bancs d'anhydrite dont l'épaisseur est de 170 m constituée de dismicrites à "pellets" et gravelles, à quartz de néogenèse, parfois à inclusions d'anhydrite. Ces carbonates nous ont fourni, rarement : Thaumatoporella cf. parvovesiculifera (RAINERI) qui est connue en Tunisie dans le Sinémurien - Pliensbachien inférieur.

- une série calcaire de 60 m d'épaisseur, formée de micrites à "filaments" (ar.) et tests d'Ostracodes. Bathonien inférieur et moyen ?

- une série dolomitique et argilo-marneuse dont l'épaisseur atteint 140 m, constituée de dolomicrosparites gréseuses à rhomboèdres parfois zonés. La microfaune est pauvre et comporte, essentiellement, des Ostracodes (Darwinella sp.) et Meyendorffina sp. ?. Notons la présence de niveaux de micrites argileuses à "filaments" minces, plus ou moins longs, droits ou arqués (af.).

  Dans les lavages ont été rencontrées des Oogones de Characées. Le reste de la microfaune parait être constitué de retombées.

  Cette séquence peut être rapportée au Bathonien supérieur à Oxfordien.

- une série calcaréo-dolomitique, épaisse de 90 m, avec successivement, de bas en haut, des calcaires graveleux à Trocholines, débris d'Echinodermes et rares Oogones de Charas, des micrites à Pseudocyclammina sp., Kurnubia sp. et Algues : Pianella sp., de rares niveaux de biosparites à débris d'Echinodermes, et des micrites à rhomboèdres épars de dolomite, à Pseudocyclammina sp. (ar.), Ostracodes (f.), Verneuilinidae ou Valvulinidae (ar.).

  Cette succession correspondrait au Kimméridgien.

CORRELATIONS AVEC LES FORAGES DU CHOTT (cf. fig.77) -

On constate, donc, que si les microfaciès de BS.1 sont comparables à ceux de CF.1, avec une microfaune plus appauvrie, cependant, et de nettes influences laguno-lacustres (Oogones de Charas), en revanche, les épaisseurs sont très fortement réduites ; nous sommes sortis, à BS.1, de la fosse de subsidence des Chotts et nous nous trouvons sur la plate-forme saharienne. Le Dogger est plus carbonaté, à Bir Soltane, qu'il ne l'était à CF.1, mais ce fait peut s'expliquer, en partie, par la dolomitisation intense qui a affecté la série ; j'ai la preuve, sur plaques minces, d'une oblitération du faciès calcaire argileux par des rhomboèdres de dolomite.

. Oued Siah es Seraia (OS.1) - S.E.R.E.P.T. -

Ce forage a été implanté sur le Dahar à 70 Km, environ, au Sud de BS.1.

La série jurassique traversée dans ce sondage est la suivante, de bas en haut :

- à la base, se rencontre un banc de dolomicrite à dolomicrosparite, épais de 15 m, qui renferme des fantômes d'oolithes ; c'est "l'horizon B" des sondages sahariens,

- au-dessus, des bancs d'anhydrite présentent de minces intercalations de dolomicrites parfois argileuses le plus souvent injectées d'anhydrite; la dolomie est rarement oolithique ou renferme des "pellets". L'épaisseur est de 395 m. C'est l'équivalent des "gypses de la Metsaoua". La série correspond au Lias à Bathonien inférieur. Dans la partie supérieure, en effet, les lavages ont livré Lophocythere aff. ostreata qui caractérise le Dogger,

- Se rencontrent ensuite des calcaires plus ou moins dolomitiques à "pellets" constituant l'équivalent des "calcaires de Krachoua". Les lavages ont fourni, dans cette zone, des Procytheridea costulés. Cette série appartient au Bathonien inférieur et moyen. L'épaisseur atteint 120 m,

- une série argilo-marneuse avec quelques intercalations gréso-argileuses, épaisse de 90 m correspond aux "argiles et grès de Téchout" du Bathonien supérieur,

- une série calcaire, épaisse de 195 m, est composée de micrites à rhomboèdres épars de dolomite, de micrites argileuses à Textulariidae minuscules (tr.), calcisphères et très rares débris phosphatés,

alternant avec des argiles, de calcaires à microgravelles, rarement à débris d'Echinodermes, Gastéropodes et Ostracodes, avec présence ponctuelle de Kurnubia sp. (tr.), et de biodolosparites graveleuses, à débris d'Echinodermes, Ostracodes, Nautiloculina sp. (tr.), Ophthalmidiidae et Textulariidae. Les lavages ont fourni l'association suivante d'Ostracodes (d'après P.MACOIN) : Metacytheropteron sp., Schuleridea sp., Cytherella supra-jurassica, cf. Eocytheropteron sp., Bythocypris sp., Polycope sp.

Tout à fait à la base de cette séquence, sont présents les Procytheridae que nous avons vu apparaître au Bathonien inférieur.

La série est datée du Callovo-Oxfordien et correspond aux formations de terrain "calcaires et marnes de Beni-Oussid" à "calcaires de Rhoumrassène".

- une série dolomitique azoïque, épaisse de 65 m, est constituée de dolosparites à inclusions d'anhydrite syncristallisée ; ces dolomies sont argileuses dans la partie inférieure. Elles pourraient correspondre à l'Oxfordien terminal et au Kimméridgien basal (équivalent dolomitisé des "calcaires de Merbah es Asfer" ?). Elles sont surmontées par les grès du "Continental Intercalaire" (Purbeck-Wealdien).

CORRELATIONS AVEC BS.1 ET LES COUPES DE TERRAIN -

Nous constatons que les faciès ont bien changé entre BS.1 et OS.1 : dans ce dernier forage le Lias, fortement anhydritique, correspond à des conditions pénésalines de bassins plus ou moins fermés ; les "filaments" ont disparu des séries du Dogger et le Jurassique supérieur basal est entièrement dolomitisé, de sorte que la liaison avec BS.1 est très difficile. Les Ostracodes permettent, cependant, un calage relatif des séries.

L'ensemble du Jurassique est relativement plus subsident à OS.1 qu'il ne l'était à BS.1 : les épaisseurs sont respectivement de 775 m pour le premier forage et de 460 m pour le second.

Le premier chiffre cité se rapproche, en revanche, nettement des épaisseurs mesurées sur le terrain par G.BUSSON dans la région de Foum Tatahouine : 965 m pour l'ensemble de la série Jurassique.

Le Jurassique traversé par le sondage OS.1 est très proche, en effet, de la succession rencontrée sur le terrain dans la région de Tatahouine : nous avons pu retrouver, dans le forage, les formations de terrain ou leur équivalent. Le sondage BS.1 constitue, donc, un jalon entre les faciès du Chott et ceux du Sud tunisien très homogènes dans tout le Dahar.

CHAPITRE II

ALGERIE DU NORD

La stratigraphie et la tectonique de l'Algérie du Nord ont fait l'objet de nombreux et très remarquables travaux dont on trouvera la bibliographie dans le Lexique stratigraphique international - Vol.IV - Afrique - Fascicule 7 b (70) établi par M.DURAND-DELGA (1960).

Je vais essayer, ici, de résumer la stratigraphie du Jurassique de l'Algérie du Nord puis tenter un essai de parallélisation de ces séries avec celles de Tunisie.

Adoptant le plan de M.DURAND-DELGA, nous distinguerons, du Sud vers le Nord :

- Les Hautes Plaines,
- Le Sillon tellien,
- La zone géanticlinale Kabyle,
- Le Sillon des flyschs.

/STRATIGRAPHIE DU JURASSIQUE DE L'ALGERIE DU NORD/ -

. Hautes Plaines algériennes -

D'après les travaux inédits de la S.N.P.A. (Terrain et Laboratoire) 1963 - 1964 - BLANC J.P., BLANC R., BOURY J., FOURNIE D., LABOUYRIE M., LASNIER J., MAILLARD J., PIERRON J.M., STEVAUX J. et TORTOCHAUX F. et thèse 3ème cycle de J.LASNIER (1965) (227).

Ces études ont bénéficié des travaux antérieurs des géologues, parmi lesquels nous citerons G.LUCAS (1952) pour la région de Saïda (159), P.DELEAU (1948) pour le Djebel Nador (122), J.SAVORNIN (1920) (171), J.GLACON (1952) (140) et J.BERTRANEU (1955) pour les monts du Hodna.

La région étudiée correspond aux Hauts Plateaux ou Hautes Plaines algériennes, bordés, au Nord, par l'Atlas tellien, au Sud, par l'Atlas saharien. Alors que la limite nord est bien marquée par la bordure disloquée de l'Atlas tellien, la transition avec l'Atlas saharien, vers le Sud, est beaucoup plus floue.

Cette zone, qui correspond, géographiquement, à la région des grands Chotts est un large synclinorium de direction W-SW E-NE.

Les régions où affleure le Jurassique sont, de l'Ouest vers l'Est : Aïn Sefra, Mecheria, Saïda, Djebel Nador, Monts du Hodna.

SERIE STRATIGRAPHIQUE -

- Lias inférieur et moyen -

Il présente des faciès dolomitiques dans l'ensemble des Hauts Plateaux.

L'épaisseur est maximum au Hodna et au Nador où elle atteint 400 à 600 m.

On distingue des dolomicrosparites de précipitation directe et des dolosparites pénécontemporaines résultant de la transformation d'un sédiment calcaire. Ces dolomies renferment des Algues : Thaumatoporella sp. Elles correspondent à des milieux de dépôt de type néritique peu profond.

- Domérien -

Les dolomies persistent dans certaines régions (Saïda, Djemmana, Tafourer) tandis, qu'ailleurs, le faciès est calcaire : des microsparites renferment des débris, parfois abondants, d'Echinodermes

et de Lamellibranches associés à Involutina liassica (JONES) (Hassi es Saheli, Aïn Sefra, Djebel Nador, Ravin Bleu) et à des Algues : Palaeodasycladus mediterraneus (PIA), Thaumatoporella sp. (Bou Loual). Au Bou Taleb, cet étage est représenté par des calcaires oolithiques.

Le milieu de dépôt est du type néritique, relativement profond. La microfaune, assez riche, est caractérisée par l'association Hungarella spp., Lingulina tenera BORNEMANN, Lenticulina prima (d'ORBIGNY), Krausella lanceolata APO., Frondicularia brizaeformis BORN., etc...

- Toarcien -

Les faciès deviennent uniformes dans toutes les Hautes Plaines; ce sont des calcaires argileux à Radiolaires et des argiles à microfaune benthonique assez abondante : Procytheridea sp., Bythocypris sp., Macrocypris sp.

Cet étage est daté par Ammonites : Hildoceras bifrons BRUG., Hildoceras sublevisoni FUC.

L'épaisseur de la série est, généralement, inférieure à 100 m, sauf dans la coupe du Djebel Bou Lerfhad (Aïn Sefra).

- Dogger -

On peut distinguer différentes provinces qui s'individualisent pendant cette période :

- le sillon atlasique (Aïn Sefra, Mécheria) avec des formations subsidentes d'argiles gréseuses (2 à 3000 m),

- la bordure nord ouest (Saïda) avec des faciès carbonatés dans le Bajocien - Bathonien et des argiles finement gréseuses dans le Callovien. La zone à Reineckeia anceps du Callovien moyen, qui atteint 150 m d'épaisseur, a pu être individualisée. La microfaune est du type benthonique : Procytheridea gublerae (BIZON), Lenticulina quenstedti GÜMBEL, Epistomina mosquensis UHLIG...

- plus à l'Est, le Djebel Nador et les Monts du Hodna, où la plus grande partie du Dogger correspond à des calcaires à chailles renfermant des "filaments",

Le milieu de dépôt est du type néritique profond. A la fin du Dogger, un exhaussement (reflet des mouvements épirogéniques qui affectent l'ensemble des Hauts Plateaux) entraine le dépôt de grès azoïques bien stratifiés (épaisseur 200 m),

- enfin, les massifs du Nord Est (Tafourer, Messaouda), avec le dépôt de dolosparites.

- Oxfordien -

La sédimentation est littorale, gréseuse, dans les régions de Mécheria, Aïn Sefra et Saïda. Au Djebel Nador, à des marnes noires à Céphalopodes (épisode transgressif) succède un faciès de marnes gréseuses (régression).

Dans les Monts du Hodna, à un Oxfordien inférieur présentant les mêmes faciès que ceux du Dogger fait suite la sédimentation marneuse plus profonde de l'Oxfordien supérieur (zone à Peltoceras transversarium).

Le faciès est du type "ammonitico rosso", dans l'Oxfordien supérieur, au Bou Taleb, au Sud Est d'Ampère et au Ravin Bleu. La microfaune comporte des "Protoglobigérines" et des Radiolaires.

Dans les massifs du Nord Est (Tafourer, Messaouda...), la série compréhensive dolomitique du Jurassique comprend, probablement, l'Oxfordien.

- Kimméridgien - Portlandien -

Dans la région de Mécheria et Aïn Sefra, des calcaires dolomitiques à Huîtres, alternant avec des grès à végétaux (Kimméridgien), témoignent de l'existence de brèves incursions marines dans un milieu à tendance continentale. Le Portlandien, entièrement gréseux, correspond à une accentuation de la régression.

A Saïda, le Kimméridgien est représenté par des grès argileux et des calcaires à Huîtres, le Portlandien par des calcaires argileux et des dolomies.

Au Bou Taleb, au Sud Est d'Ampère et au Ravin Bleu, la série du Kimméridgien - Portlandien est constituée par des calcaires argileux et marnes grises de type pélagique, assez profond.

La macrofaune est rare : elle est constituée par quelques Ammonites et Brachiopodes : Pygope janitor PICTET, Haploceras elimatum OPP., etc...

La microfaune, pauvre au Kimméridgien, devient abondante et variée au Portlandien supérieur : elle comporte à la base Saccocoma, Globochaete et Radiolaires, au sommet, Tintinnoïdiens : Crassicolaria sp., Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Foraminifères : Tritaxia sp., Gaudryina chettabaensis SIGAL, Marssonella spp., Ostracodes : Thaumatocypris nov. sp.

- Crétacé inférieur -

Dans la région de Mécheria - Aïn Sefra, le Crétacé basal est représenté par une série gréseuse, épaisse de 500 m, correspondant à des dépôts de plage. Vers l'Est, les faciès sont, successivement, laguno-marins puis marins.

Sur la bordure nord-occidentale (Saïda - Chellala) le Crétacé inférieur n'est connu qu'en deux pointements isolés, tandis qu'à Bou Saada il est de faciès néritique ou subrécifal avec des intercalations de niveaux pélagiques à Tintinnoïdiens.

Dans les Monts du Hodna, le passage Jurassique - Crétacé est progressif. La lithologie, au Crétacé inférieur, est calcaréo-argileuse ou marneuse (cf. Jurassique supérieur).

La microfaune benthique est riche et comporte les Foraminifères suivants : Spirillina neocomiensis MOULLADE, Saracenaria compacta ESP. et SIGAL, Lenticulina ouachensis SIGAL, Lenticulina eichenbergi BART. et BRAND etc..., des Ostracodes : Cythereis sp., et des Tintinnoïdiens : Calpionellites darderi (COLOM), Calpionella alpina LORENZ, Tintinnopsella carpathica (M. et F.).

La macrofaune suivante a été découverte : Pygope diphyoides d'ORB. (Berriasien), Phylloceras serum OPP. (Valanginien).

Au Valanginien, la sédimentation est néritique peu profonde ; dans la partie supérieure, des niveaux gréseux s'intercalent dans les marnes.

Nous allons compléter cette étude par celle du forage SN.REPAL de Cedraïda n°1 (CED.1) implanté à 90 Km environ à l'Ouest de Bou Saada et 70 Km au Nord Ouest de Djelfa, près de Paul Cazelles. Ce sondage a traversé plus de 3000 m de formations appartenant au Jurassique.

La succession stratigraphique est la suivante, de bas en haut (d'après F.COUMES - 1965) :

Au-dessus de séries évaporitiques attribuées au Trias, nous observons, successivement :

- des intrabiomicrites, dismicrites, pelsparites et dolomicrosparites à Algues : Palaeodasycladus sp., Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI), et Foraminifères : Orbitopsella sp., Valvulinidae ou Verneuilinidae, Peneroplidae, Ammobaculites sp. - Ostracodes. L'épaisseur atteint 350 m. Le milieu de dépôt est du type "platier néritique à Algues".

Age : Sinémurien - Pliensbachien.

- des argiles peu gréseuses et des micrites argileuses à "filaments" (ar.), Radiolaires, Lenticulines et Dentalines, dont l'épaisseur est de 50 m.

Age : Toarcien.

- des biomicrites gréseuses puis argileuses à "filaments" (ab.) et rares débris d'Echinodermes et des grès fins à ciment carbonaté. L'épaisseur est de 250 m. Le faciès est pélagique. Les grès font transition avec la série superposée.

Age : Aalénien à Bathonien.

- A la base, des argiles présentent des intercalations de minces bancs de micrites argileuses ; au-dessus, se rencontrent des grès fins à tendance quartzitique avec des lits argileux et des siltstones à ciment argileux. On note l'existence de nombreux débris végétaux, de niveaux à Radiolaires, de très rares Spirillines et d'Epistomines. L'épaisseur atteint 700 m. Le milieu de dépôt est deltaïque.

Age possible : Callovien ?

- des argiles carbonatées pyriteuses alternent avec des intramicrites argileuses puis on note une récurrence du faciès d'argiles carbonatées pyriteuses. La microfaune comporte : "Protoglobigérines", Saccocoma sp. (f.), Globochaete, Radiolaires, spicules de Spongiaires, sclérites d'Holothuries, Clypeina jurassica FAVRE et Foraminifères divers : Textulariidae, Ammobaculites sp., Lenticulina sp., Marssonella sp., Ammodiscus sp., Spirillina sp., Ophthalmidiidae, Epistominidae. L'épaisseur est de 1550 m. Le milieu de dépôt est calme, subsident, loin des côtes.

Age : Oxfordien à Kimméridgien.

- des micrites argileuses et biomicrites à rares débris de Lamellibranches et d'Echinodermes, alternent avec des sparites graveleuses à débris de Spongiaires, Bryozoaires, Polypiers, Serpules, Gastéropodes et Lamellibranches.

La microfaune est constituée par : Pseudocyclammina lituus (YOKOYAMA), Anchispirocyclina lusitanica EGGER, Trocholina cf. elongata LEUPOLD, Torinosuella sp.. Les Algues sont abondantes : Clypeina jurassica FAVRE, Lithoporella ellioti EMBERGER,

Terquemella sp., Cayeuxia sp., Pianella sp., Permocalculus sp., Characées. Les Tintinnoïdiens observés sont : Crassicolaria intermedia DURAND-DELGA, Calpionella alpina LORENZ. L'épaisseur atteint 450 m. Le milieu de dépôt est néritique avec localement des faciès de dessalure (Characées).

Age : Portlandien.

Le passage au Berriasien est marqué par l'apparition de Tintinnoïdiens nouveaux : Calpionellites darderi COLOM, Stenosemellopsis hispanica COLOM.

Signalons, également, l'existence de faciès très particuliers dans le horst de Ghar Rouban à la frontière algéro-marocaine - G.LUCAS (1942 et 1952) (158 et 159)-à différents niveaux du Toarcien à l'Oxfordien ; des calcaires à oolithes ferrugineuses traduisent des actions d'érosion sous-marine et des remaniements au sein de séries condensées. Nous avons déjà trouvé de tels faciès, dans l'Axe Nord-Sud, en Tunisie centrale.

Enfin, J.P.BASSOULLET (1968) a décrit le Lias du Djebel Hafid, sur la bordure nord ouest de l'Atlas saharien occidental (108). Dans ce massif, le Jurassique est constitué par la succession suivante :

- des dolosparites fines, bien litées (A),
- des micrites parfois graveleuses, fossilifères (B),
- des dolomicrites ou dolomicrosparites souvent rubanées (C),
- des dolosparites grossières (D).

Les dolomies de base (A) ont montré la présence d'oncolithes.

Les calcaires (B) renferment l'association d'Algues : Palaeodasycladus mediterraneus (PIA), Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI), Cayeuxia cf. africana (LE MAITRE) et les Foraminifères : Labyrintina recoarensis (CATI), Pseudocyclammina sp., Pfenderina sp., Glomospira sp. ? etc...

La formation (A) pourrait correspondre au Lias inférieur et à une partie du Pliensbachien.

Le terme (B) est daté du Pliensbachien par Brachiopodes : Hesperithyris renierii (CATULLO) sensu DUBAR.

La formation (C) peut être placée dans le Toarcien.

Enfin, le terme (D) pourrait correspondre au Jurassique moyen (équivalent de la dolomie des "Hauts Plateaux").

. Sillon tellien -

Région tectoniquement très complexe et formée par une empilement de nappes, le Sillon tellien, situé au Sud du géanticlinal Kabyle, voit le Jurassique, plus ou moins autochtone, apparaître en fenêtres au milieu des nappes.

La série jurassique a été décrite par M.DURAND-DELGA (1952) dans le Sud Ouest de la petite Kabylie (128).

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

Ces étages sont successivement formés par des dolomies (50 à 80 m) puis par des calcaires compacts gris, parfois oolithiques, gréseux ou à silex, à Polypiers, Brachiopodes et rares Ammonites (200 à 400 m).

- Domérien -

Des calcaires finement lités, à rognons de silex noirs, alternent avec des marnes. Ils renferment des Brachiopodes, et de fréquentes Ammonites. L'épaisseur est de 50 m.

- Toarcien -

Il est constitué par des marnes à Ammonites.

- Aalénien -

Il correspond à des marnes et calcaires marneux datés par Ammonites.

- Bajocien à Callovien -

Ces étages sont représentés par des marno-calcaires blancs, bien lités, à "filaments", dont l'épaisseur atteint 200 m.

- Oxfordien -

Des calcaires en gros bancs, à lits de silex blonds, atteignent une épaisseur de 100 à 200 m.

- Kimméridgien -

A des calcaires massifs, sublitographiques, en grandes dalles, épais de 100 à 200 m, succèdent des bancs de calcaires grossiers, pseudobréchiques (10 m), à silex blonds, avec passées marneuses lie-de-vin.

- Tithonique -

Il est formé de marnes et calcaires marneux verdâtres mais souvent violacés à la base, sur une épaisseur de 100 à 300 m.

Il a livré des Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, et la macrofaune suivante : Laevaptychus latus PARK., Punctaptychus punctatus VOLTZ.

. Monts de la Haute Medjerda -

Reprenant et complétant les travaux de DARESTE (1908 - 1910), L.DAVID (1956) a décrit, dans la région du Nador n' Bails et de l'Oued el Hammam, entre Guelma et Souk - Ahras, des brèches tectoniques à éléments importants du Lias datés par Ammonites (119) ; il s'agit de calcaires à Algues concrétionnées, oolithiques, ou à pellets, dont le faciès semble comparable à celui des "platiers à Algues" du Sinémurien-Pliensbachien inférieur de Tunisie.

Le Jurassique est également connu :

- dans le "géanticlinal du Chéliff" (région Orléansville-Miliana),
- dans les Babors,
- à l'Ouest de Tiaret, en Oranie,
- sur le littoral oranais dans la région de Nemours et vers l'embouchure de la Tafna,
- dans l'Ouarsenis (anticlinal de l'Oued Fodda).

. Zone géanticlinale Kabyle -

Le Jurassique est représenté, dans la "Chaîne calcaire", par une puissante série calcaire liasique où sont représentés les étages suivants : Hettangien, Sinémurien, Pliensbachien inférieur, Domérien, Toarcien, Aalénien et par le Tithonique - Berriasien. Les termes intermédiaires sont inconnus, réduits ou absents.

J.FLANDRIN a décrit, en 1952, la Chaîne du Djudjura (136) : la série stratigraphique qu'il donne est la suivante, de bas en haut :

- Hettangien, Sinémurien, Pliensbachien inférieur -

Des calcaires massifs forment l'ossature de la chaîne. Ce sont des calcaires dolomitiques à la base, de teinte gris clair, à pâte fine, parfois oolithiques.

L'Hettangien et le Pliensbachien sont fossilifères.

- Domérien, Toarcien, Aalénien -

Ces étages constituent un ensemble lithologique homogène qui se différencie aisément des calcaires massifs du Lias inférieur et moyen sous-jacent.

La série est formée de calcaires en dalles, à silex, de marno-calcaires et de marnes avec niveaux de calcaires noduleux rouges de type "ammonitico-rosso". De tels niveaux se rencontrent dans le Domérien inférieur, le Toarcien moyen et l'Aalénien. Le Toarcien et l'Aalénien renferment souvent des Cancellophycus.

Le Domérien, le Toarcien et l'Aalénien sont fossilifères, particulièrement le premier étage qui a fourni à G.DUBAR une abondante faune d'Ammonites.

- Tithonique -

Le Tithonique repose directement sur l'Aalénien, sans discordance angulaire. Il y a donc lacune ou érosion de la plus grande partie du Dogger, de l'Oxfordien et du Kimméridgien.

Le Tithonique présente deux types de faciès dans le massif du Djurdjura :

- des micrites argileuses à Tintinnoïdiens, phtanites rouges à Radiolaires, calcaires grumeleux rouges ou verdâtres à Tintinnoïdiens, riches en Ammonites et enfin calcaires en dalles, à silex, dépourvus de Tintinnoïdiens (faciès pélagique).

- des calcaires massifs et calcaires à silex à Tintinnoïdiens.

- Berriasien -

Il est constitué de marnes blanches à Berriasella aff. oppeli.

J.F.RAOULT (1965) a précisé la stratigraphie de la Chaîne calcaire au Sud du col des Oliviers (168).

La stratigraphie qu'il donne, pour le Jurassique, est la suivante :

- Lias inférieur et moyen : il est formé de dolomies et de calcaires dolomitiques, de calcaires massifs graveleux ou oolithiques, à microfaune abondante : Lituolidae (Lituosepta sp.), Textulariidae, Verneuilinidae, Algues (Thaumatoporella, Palaeodasycladus sp.), de calcaires détritiques à aspect de brèches intraformationnelles à Pecten Hehli d'ORB., de calcaires glauconieux à abondante faune du Domérien basal : Juraphyllites gr. libertus (GEMM.), Protogrammoceras sp., etc...

- Toarcien - Bajocien : ce sont des calcaires argileux et marnes sableuses à Ammonites de ces deux étages.

- Oxfordien : des calcaires bréchiques renferment des "Protoglobigérines" et des Saccocoma.

- Kimméridgien : il correspond à des calcaires à nombreux Saccocoma et rares Lamellaptychus beyrichi OPP.

- Tithonique : il est constitué de calcaires à rares Saccocoma, nombreuses Calpionella alpina LOR. et Calpionella elliptica CAD.

- Berriasien - Valanginien ; des calcaires sublithographiques renferment des Radiolaires et des Tintinnoïdiens : "Calpionellopsis thalmanni" (COL.), Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Tintinnopsella longa (COL.), Tintinnopsella oblonga (CAD. in COL.), Tintinnopsella cadischiana COL., "Calpionellites neocomiensis" COL. et Calpionellites cf. darderi (COL.).

La série stratigraphique de la Chaîne calcaire de Petite Kabylie, est, donc, beaucoup plus complète qu'il n'était admis jusqu'à présent.

. Sillon méso-méditerranéen des flyschs -

C'est un sillon d'une centaine de kilomètres de large et de 1700 Km de long, au minimum, qui s'étend d'Algésiras à Bizerte, au Nord de la Berbérie. Du Tithonique au Miocène, des sédiments de type flysch se sont accumulés dans cette fosse (3 à 4000 mètres).

La mise en évidence de ce sillon est due à la découverte de flysch du Tithonique - Néocomien aux abords des massifs kabyles (DURAND-DELGA et LAMBERT, 1955) (131).

Ce flysch du Moul ed Demamene apparaît, actuellement comme une lame de charriage et a 300 m d'épaisseur ; il est constitué par des alternances de schistes et de grès. Les schistes, parfois calcareux,

contiennent de minces bancs de micrite à microfaune pélagique (Radiolaires, Calpionelles, fibrosphères, Globochaete). Le Tithonique (à Calpionella seules) et le Berriasien (à Calpionella, Tintinnopsella et Calpionellites) sont datés dans ce flysch.

Un semblable flysch est également connu à l'Est du massif ancien de Petite Kabylie, dans le massif de l'Edough et au Sud de la Chaîne calcaire (Djurdjura). Ce flysch se serait sédimenté beaucoup plus au Nord mais aurait glissé, par la suite, vers le Sud (DURAND-DELGA, 1960) (130).

COMPARAISON DES FACIES D'ALGERIE AVEC CEUX DE TUNISIE -

Nous allons passer en revue les différents étages du Jurassique et montrer les points de comparaison puis les différences entre l'Algérie et la Tunisie.

- Sinémurien - Pliensbachien inférieur -

On note la présence, en Algérie (Hautes Plaines, forage Cedraïa n°1, Djebel Hafid, Sillon tellien, Chaîne calcaire au Sud du col des Oliviers, Djebel Safia, Monts de la Haute Medjerda) de dolomies et de calcaires à Algues (Paleodasycladus, Thaumatoporella, Cayeuxia) semblables à ceux observés dans toute la Tunisie.

- Domérien -

Le Domérien des Hautes Plaines montre de grandes similitudes avec celui des Chaînons jurassiques de Tunisie : on y observe l'abondance des débris d'Echinodermes, les Foraminifères sont identiques : Lingulina tenera, Lenticulina prima. On note la présence de silex. En revanche, il est riche en Algues : Paleodasycladus mediterraneus, Thaumatoporella sp., qui, en Tunisie, ne dépassent pas le Pliensbachien inférieur.

Au Bou Taleb, J.BERTRANEU (1955) signale la présence d'un "hard ground" au sommet du Domérien inférieur avec lacune du Domérien supérieur et du Toarcien inférieur : j'ai signalé un tel "hard ground" et de telles lacunes dans les Chaînons jurassiques et au Djebel Oust.

- Toarcien -

Les microfaciès à "filaments" et Radiolaires sont communs à certaines régions d'Algérie (Haute Plaine, forage Cedraïa n°1) et à la Tunisie septentrionale. Les Ammonites de zone sont communes.

Notons la présence de Cancellophycus dans le Toarcien à Callovien de Ghar Rouban (Sud Oranais) et dans certains affleurements tunisiens (Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Djebel Sidi Kralif : Krechem el Kelb). Dans ce même horst de Ghar Rouban G.LUCAS (1942) (158) a indiqué la présence de niveaux à oolithes ferrugineuses, signe de séries condensées et remaniées, à divers niveaux du Toarcien à l'Oxfordien. De telles oolithes sont également connues dans le Dogger de l'Ouarsenis. Elles paraissent tout à fait comparables aux niveaux oolithiques que j'ai mis en évidence dans l'Axe Nord-Sud de Tunisie : Djebel Faïd, Djebel Touila, Djebel Nara (Toarcien à Bajocien).

En revanche, les calcaires noduleux rouges ("Ammonitico-rosso inférieur") connus dans le Toarcien de différentes régions d'Algérie : Bou Zegza (Chaîne calcaire), Bou Taleb, région de Batna, Babors, massif des Traras (M.DURAND DELGA) sont inconnus en Tunisie.

- Dogger (Aalénien à Callovien) -

Les différents types de faciès rencontrés en Algérie s'observent, également, en Tunisie :

- les calcaires à "filaments" sont connus, en Algérie, dans les Hautes Plaines (Djebel Nador, Monts du Hodna), le forage Cedraïa n°1, le Sud Ouest de la Petite Kabylie (Sillon tellien), le Djebel Safia, l'Ouest de la Chaîne numidique, l'Ouarsenis, et en Tunisie dans les Chaînons jurassiques, les forages de Cap Bon, celui de Souinia n°1, ponctuellement dans les sondages du Sahel et du Chott Fedjedj, dans l'Axe Nord-Sud.

- les marnes et argiles gréseuses subsidentes ont été observées en Algérie dans les Hautes Plaines (sillon atlasique Aïn Sefra - Mecheria) et en Tunisie dans les forages du Chott Fedjedj.

- Oxfordien supérieur -

Les faciès noduleux du type "ammonitico-rosso supérieur", bourrés d'Ammonites, sont bien connus en Tunisie dans les Chaînons jurassiques, les affleurements à l'Est et à l'Ouest des Chaînons, l'extrémité septentrionale de l'Axe Nord-Sud, le sondage Souinia n°1, les forages du Cap Bon.

Des faciès identiques, aussi bien au point de vue macroscopique que microscopique (microfaciès à "Protoglobigérines"), ont été décrits, en Algérie, dans les Hautes Plaines (Bou Taleb, Sud Ouest

d'Ampère, Ravin Bleu), le sondage Cedraïa n°1, la Chaîne calcaire au Sud du col des Oliviers, le Djebel Safia, le massif de Batna et l'Ouarsenis (POLVECHE, 1960) (167). Les Ammonites décrites sont identiques.

- Kimméridgien - Tithonique -

Les différents faciès connus en Tunisie sont, également, présents en Algérie :

- les faciès pélagiques à Saccocoma et Tintinnoïdiens ont été observés, en Tunisie, dans les Chaînons jurassiques (pro parte) les affleurements à l'Est et à l'Ouest des Chaînons, les forages du Cap Bon, l'Axe Nord-Sud, les sondages Souinia n°1, et en Algérie, dans les Hautes Plaines (Bou Taleb, Ravin Bleu), le Sud Ouest de la Petite Kabylie, le Djurdjura, le Djebel Safia, le Sillon méso-méditerranéen des flyschs, etc...

- les faciès construits, subrécifaux à récifaux, ont été décrits en Tunisie dans les Chaînons jurassiques (pro parte), et en Algérie dans les Hautes Plaines (Bou Saada, Tafourer, Messouda) l'Aurès (R.LAFITTE, 1939) (155).

- les faciès calcaires, néritiques et gréseux, avec tendance à la dessalure sont connus en Tunisie dans les sondage du Chott Fedjedj et du Sahel Sud, et en Algérie dans les Hautes Plaines (Mecheria, Aïn Sefra), le sondage Cedraïa n°1.

La microfaune et la flore sont très voisines.

En conclusion, les séries jurassiques de Tunisie présentent, avec celles d'Algérie, de nombreux points de comparaisons au point de vue lithologie, faciès, macrofaune, microfaune et microfaciès.

CHAPITRE III

SICILE

A - /LES DIFFERENTES FORMATIONS DU JURASSIQUES EN SICILE/ -

d'après M.RIGO et F.BARBIERI (1959) (169), P.SCHMIDT di FRIEDBERG (1962) (172) et L.CAFLISCH et P.SCHMIDT di FRIEDBERG (1967) (110).

Les auteurs subdivisent la Sicile en cinq provinces :

. Province nord-orientale (Monts Peloritani). La coupe type a été prise à Taormina -

La série comporte, successivement, de bas en haut :

- des phyllades,
- un conglomérat à galets de quartz et de phyllades, à ciment rougeâtre, grès siliceux et calcaires oolithiques dont l'épaisseur est de 84 m. Il s'agit de la formation "Verrucano" d'âge Trias.

  Dans la zone de Longi, cette formation atteint 400 m et sa partie supérieure est déjà attribuée au Lias.

- des dolosparites gris-blanc à rosées, plus ou moins stratifiées dont l'épaisseur atteint 205 m. C'est la formation Taormina. L'âge est présumé Trias ?

  Dans la région de Longi, on note la présence de faciès de calcaires noirs en plaquettes avec nodules de silex et intercalations marneuses. L'épaisseur est de 400 à 500 m. Ces calcaires sont rapportés au Lias inférieur et moyen.

- des micrites gris-vert à beiges présentent des intercalations de calcaires argileux, de marnes ou d'argiles. Des calcaires oolithiques noirs, noduleux ont été observés à la base. L'épaisseur atteint 265 m. Ils correspondent à la formation Villagonia du Lias.

- des argiles rouges ou vertes alternent avec des marnes, des calcaires argileux gris-verdâtre, des radiolarites et de minces passées de brèche calcaire sur 55 m. C'est la formation Giardini du Jurassique moyen et supérieur.

La série suivante repose en discordance sur ces argiles :

- des calcaires argileux blanc ou vert, avec conglomérat à éléments calcaires et cristallophylliens, ont une épaisseur de 80 m. Il s'agit de la formation Alcamo (Membre Busambra) datée du Jurassique supérieur à Crétacé inférieur.

. Province sud-orientale - Nous allons décrire la coupe type de Raguse (terrain et forages).

- Des dolosparites grises, blanches ou rouges, massives, fracturées, avec des vacuoles de dissolution, renferment des Algues recristallisées. L'épaisseur est supérieure à 3000 m. Ces dolomies représentent la formation Taormina d'âge Trias.

- des argiles gris foncé ou noires, dures, fissiles, ("black shale") alternent avec des calcaires dolomitiques gris à gris foncé, fracturés. L'épaisseur varie de 285 à 550 m. Des Estheria sp. et des Posidonomya sp. ont été observées. C'est la formation Streppenosa datée du Trias supérieur à Lias inférieur.

Ces deux dernières formations peuvent passer, latéralement, de l'une à l'autre. On a une preuve de ce passage dans les forages du bassin d'Ibleo, les champs pétroliers de Raguse et Gela.

- des micrites gris-vert, bien stratifiées, présentent des intercalations de marnes, de calcaires argileux et de marnes argileuses gris-vert et gris brun. On rencontre, dans cette série, des fossiles : Ammonites, Bélemnites, Algues, spicules d'Eponges, des Foraminifères : Jaculella liassica (BART. et BRAND), Frondicularia aff. major BORNEMANN, Lenticulina aff. prima (d'ORBIGNY), Dentalina spp., Nodosaria spp., Lingulina tenera BORNEMANN (dans la partie inférieure), des Ostracodes : Bairdia sp. (dans la partie supérieure), des Radiolaires. L'épaisseur varie entre 215 et 400 m. Ces calcaires appartiennent à la formation Villagonia du Lias moyen à supérieur.

- des calcaires gris-vert, compacts, bien stratifiés, montrent des lits de silex et des intercalations de radiolarites noires ou lie-de-vin et de marnes plus ou moins argileuses rouges et gris-vert. L'épaisseur varie de 180 à 645 m. C'est la formation Giardini datée du Dogger à Callovo-Oxfordien.

Dans le champ pétrolier de Raguse, il existe, dans la partie supérieure de la formation, des intercalations basaltiques ou des tufs dont l'épaisseur peut atteindre 390 m.

La formation a livré : Pleurocythere impar (TRIEBEL), Palmula deslongchampsi (TERQUEM), Ramulina spandeli, Glandulina sp., Robulus quenstedti (GUMBEL), Robulus subalatus (REUSS), R.munsteri (ROEMER), "Filaments" fins : tests de Pélécypodes dont Posidonomya alpina (GRAS).

- des micrites blanches avec joints stylolithiques, à intercalations marneuses verdâtres et blanches et rares silex reposant, en discordance, sur la série précédente. L'épaisseur est de 100-365 m. Il s'agit de la formation Alcamo (Membre Busambra), d'âge Jurassique supérieur à Crétacé inférieur.

Cette formation a livré, successivement, une faune du Jurassique : Calpionella alpina LORENZ, Calpionella elliptica CADISCH, Tintinnopsella oblonga CADISCH, Saccocoma sp., Globochaete, Aptychus sp., Brachiopodes (Pygope), et une faune du Crétacé inférieur (Néocomien : Stenosemellopsis hispanica COLOM, Calpionellites darderi COLOM, Calpionellopsis sp., Radiolaires, Aptychus sp., Bélemnites, Brachiopodes, Ammonites.

. Province sud-occidentale - La coupe type est prise aux environs de Sciacca (Mont San Calogero) et de Menfi -

- Des calcaires dolomitiques et des calcaires blancs bien stratifiés se développent sur une épaisseur supérieure à 2500 m. Ils correspondent aux formations Taormina et Villagonia d'âge Trias - Lias.

- des calcaires durs, bien stratifiés, blancs et rouges, à Ammonites, d'épaisseur supérieure à 40 m, constituent la formation Giardini dont l'age est Jurassique moyen et supérieur.

- des micrites blanches, passant vers le haut à des marnes blanches, d'épaisseur supérieure à 150 m, appartenant à la formation Alcamo, datée du Jurassique supérieur - Crétacé, sont discordantes sur la série précédente.

. Province septentrionale - (Monts Sicani, Rocca Busambra, Chaîne côtière septentrionale, Monts de Palerme, de Termini Imerese, des Madonies, etc...) -

- Série des Madonies occidentales -

- Des marnes fissiles, gris sombre, bien litées, présentent des intercalations de calcaires en dalles. L'épaisseur reste à établir. C'est la formation Mufara, d'âge Trias supérieur.

- des dolomicrites à dolosparites bien litées avec lits de silex, épaisses de 515 m, appartiennent à la formation Scillato, d'âge Trias supérieur.

- des dolosparites blanches ou jaunâtres plus ou moins bien stratifiées sont intercalées de calcaires dolomitiques sur une épaisseur de 120 - 200 m. Elles sont rangées dans la formation Fanusi du Trias supérieur à Lias inférieur.

- des argilites bien stratifiées, bigarrées, avec silex et intercalations de calcaires bioclastiques, de tufs et de basalte, épaisses de 300 m, sont attribuées à la formation Crisanti du Jurassique inférieur à Crétacé inférieur et moyen.

- Série des Madonies orientales -

- des argiles et des argiles marneuses gris-foncé présentent des intercalations de calcaires gris, en dalles. Il s'agit de la formation Mufara rapportée au Trias supérieur (Carnien ?).

- des dolomicrosparites vacuolaires, mal stratifiées mesurées sur une épaisseur supérieure à 450 m, sont rangées dans la formation Fanusi du Trias supérieur - Lias inférieur.

- des biomicrites à biosparites gris-clair ou foncé, mal stratifiées, passent parfois à des conglomérats ou brèches. L'épaisseur est de 375 m. Elles constituent un équivalent latéral récifal de la formation Crisanti. Elles sont datées du Jurassique à Crétacé inférieur à moyen.

- Série des Monts de Castellamare (Mont Inici) -

- Des dolosparites blanches ou jaune pâle, sont associées à des calcaires dolomitiques. L'épaisseur est supérieure à 850 m. Elles appartiennent à la formation Taormina du Trias supérieur.

- des calcaires bioclastiques, oolithiques ou à pellets, blancs, sont développés en une épaisseur de 300 m. C'est la formation Inici du Lias.

- des calcaires rouges, rosés ou tabac, parfois argileux, bien litès, avec intercalations de tufs ou de basaltes sont discordants sur la série précédente. Leur épaisseur est de 30 m. Ils appartiennent à la formation Giardini du Jurassique moyen - supérieur.

- des micrites plus ou moins argileuses, rougeâtres ou blanc-jaunâtre, de 40 m d'épaisseur, reposent en discordance sur les calcaires rouges précédents. Ils constituent la formation Alcamo, membre Busambra du Tithonique - Néocomien.

- Série de Rocca Busambra -

Plusieurs formations décrites dans les Monts de Castellamare sont présentes dans cette série.

On note, cependant, par rapport à ces dernières, une plus grande épaisseur de la formation Inici, se substituant à la formation Taormina, et la présence probable, au-dessus de la formation Inici, des argiles noires avec intercalations calcaires de la formation Mufara.

- Série des Monts Sicani -

Les unités suivantes sont présentes, de bas en haut :

. la formation Mufara,

. la formation Scillato,

. la formation Villagonia ?

. la formation Giardini,

. la formation Alcamo.

B - /EXAMEN DES COUPES DE SICILE/ -

J'ai eu l'occasion d'examiner, grâce à l'amabilité de M.GIANOTTI (MONTECATINI EDISON), les matériaux provenant de la coupe du Monte Inici (Monts de Castellamare - Province septentrionale), effectuée par la Société AMI (AUZONIA MINERIA). De plus, la S.N.P.A. a procédé à un échantillonnage de la coupe de Taormina (M.PACAUD).

J'ai observé, dans la coupe du Monte Inici, la succession suivante, de bas en haut :

- Partie inférieure de la série : Coupe I -

. Formation Inici (Membre Castellamare) -

J'ai pu distinguer trois zones dans cette série entièrement carbonatée (dolomies et calcaires dolomitiques) ; de bas en haut :

. Biodolodismicrites à Algues et dolosparites (a) -

- Des biodolodismicrites graveleuses à sections d'Algues (af.) : Solenoporaceae : Pycnoporidium sp. ? et Dasycladacées estompées : Diplopora sp. ? Rares "pellets", alternent avec des dolosparites vacuolaires.

. Dolodismicrites à Algues et Foraminifères et peldolodismicrites à fantômes d'organismes -

J'ai retenu, dans cette séquence, les microfaciès caratéristiques suivants :

- des microbrèches à éléments de dolosparite plus ou moins anguleux et de taille variée, réunis par un ciment de dolomicrite,

- des biodolodismicrites à sections d'Algues (af.): Codiaceae : Cayeuxia sp. ?, débris de Coelentérés (tr.),

- des biodolodismicrites graveleuses à sections d'Algues concrétionnées : Spongiostromata ? et de Cayeuxia sp. (abondantes),

- des peldolodismicrites à très rares Foraminifères plus ou moins recristallisés, indéterminables et fantômes d'Algues ?

- des peldolodismicrites à sections d'Algues concrétionnées : Spongiostromata ?, très rares Austrocolomia plochingeri OBERHAUSER, Ostracodes,

- des peldolodismicrites faiblement graveleuses, vacuolaires, à Coprolithes.

. Dolodismicrites à Algues et Foraminifères (c) -

Les microfaciès sont semblables à ceux de la série précédente avec les mêmes Austrocolomia plochingeri ou sp., les Algues Codiaceae : Cayeuxia sp., Solenoporaceae : Pycnoporidium sp. ; il s'y ajoute : Spirillina sp., Triasina sp., Lithocodium sp.

- Partie supérieure de la série : Coupe II -

. Formation Inici (Membre Castellamare) -

C'est la partie supérieure de la formation étudiée dans la coupe précédente. Les microfaciès permettent de distinguer, de bas en haut :

- des dolosparites et dolodismicrites semblables à celles décrites plus haut,

- des biopeldolodismicrites parfois graveleuses à fréquentes sections de Thaumatoporella cf. parvovesiculifera

(RAINERI), rares sections de Foraminifères : Verneuilinidae ou Valvulinidae, Trocholina sp., et Ostracodes.

. Formation Inici (Membre Alcamo) -

La série est entièrement calcaire, constituée de biopeldismicrites à abondantes sections d'Algues, d'abord Thaumatoporella parvovesiculifera (RAINERI) seule, puis associée à Palaeodasycladus mediterraneus (PIA).

Ces Algues sont accompagnées d'assez fréquents Foraminifères : Verneuilinidae ou Valvulinidae et Trocholines, d'Ostracodes et de très rares débris d'Echinodermes. Notons, en outre, la présence sporadique d'Algues concrétionnées (Spongiostromata).

. Formation Giardini -

Elle est formée d'alternances de calcaires et de marnes où j'ai pu distinguer, en microfaciès :

- des biodismicrites à "filaments" arqués, courts et larges (abondants) correspondant probablement à des sections de Posidonomya, Foraminifères (af.) : Lenticulina sp. et "Protoglobigérines", Globochaete (tr.), débris d'Echinodermes (r.),

- des biopeldismicrites à débris d'Echinodermes (af.), "filaments zonés" (ar.), Ostracodes (r.), Foraminifères (ar.): Lagenidae, Globochaete (ar.),

- des biomicrites à très fréquentes sections de Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques, Globochaete (ab.), Aptychus (r.) et fragments d'Ammonites, Foraminifères (tr.) : Lagenidae,

- des biomicrites argileuses à fréquents Tintinnoïdiens : Calpionella alpina LORENZ (f.), Calpionella elliptica CADISCH, Crassicolaria intermedia DURAND DELGA, Tintinnopsella carpathica (M. et F.), Aptychus et débris d'Ammonites (af.), débris de Crinoïdes pélagiques (af.), Radiolaires (f.) et Foraminifères (tr.): Spirillina sp., Lenticulina sp.

ELEMENTS DE DATATION DE LA COUPE -

La présence d'Algues Dasycladacées : Diplopora dans la zone (a) permet d'attribuer la base de la formation Inici (Membre Castellamare) au Trias.

La présence d'Austrocolomia plochingeri dans la zone (b) celle d'Austrocolomia plochingeri associée dans la zone (c) à des Triasina fourniraient un argument en faveur du rattachement de cette partie de la série (b + c) à l'Infralias ? (Norien à Hettangien).

L'apparition d'Algues caractéristiques : Thaumatoporella parvovesiculifera seule, puis associée plus haut à Palaeodasycladus mediterraneus permet de ranger dans le Lias inférieur et moyen (Sinémurien - Pliensbachien) la formation Inici (Membre Alcamo).

La présence de "filaments" et de "Protoglobigérines", dans la formation Giardini, permet de conclure à la présence d'un Dogger à Callovo-Oxfordien réduit.

Les Saccocoma, autres articles de Crinoïdes pélagiques et Aptychus signent le Kimméridgien - Tithonique inférieur.

Enfin, l'association de Tintinnoïdiens trouvée dans la partie supérieure de la formation Giardini appartient au Tithonique supérieur.

C - /COMPARAISON DES FACIES DE SICILE AVEC CEUX DE TUNISIE/ -

Je soulignerai, simplement, certaines similitudes existant dans le Trias, l'Infralias et le Jurassique des coupes et sondages de Sicile et de Tunisie :

- On note la présence de Diplopores et autres Algues identiques dans le Trias du Monte Inici et celui du sondage Cap Bon n°101,

- Austrocolomia plochingeri et coprolithes ont été observés dans l'Infralias du Monte Inici et, en Tunisie, dans les sondages CB.1 et CB.101, la coupe du Ressas et à Ghardimahou.

- L'association d'Algues Thaumatoporella cf. parvovesiculifera et Palaeodasycladus mediterraneus a été reconnue dans le Lias inférieur et moyen du Monte Inici et des Chaînons jurassiques tunisiens, Thaumatoporella sp. dans la coupe de Taormina,

- Lenticulina gr. prima et Lingulina tenera ont été déterminées dans la coupe de Taormina, la région de Raguse et les Chaînons jurassiques (Lias moyen : Domérien),

- des "filaments", "filaments zonés" et "Protoglobigérines" sont présents dans le Dogger à Callovo-Oxfordien du Monte Inici, des Chaînons jurassiques et des sondages du Cap Bon,

- Les Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques, les Aptychus, existent dans le Kimméridgien - Tithonique inférieur des trois dernières localités citées,

- des associations typiques de Tintinnoïdiens du Tithonique et du Néocomien ont été décrites au Monte Inici, à Raguse et en Tunisie.

En conclusion, je constate qu'il existe, dans le Jurassique, des relations certaines, au point de vue faunistique, entre la Sicile et la Tunisie, tout particulièrement en ce qui concerne la microfaune et les microfaciès.

CONCLUSION A CETTE PARTIE DE L'ETUDE -

Je viens de souligner les relations évidentes existant entre mon domaine d'étude et les régions voisines : Sud tunisien et Tripolitaine, Algérie du Nord, Sicile.

Ce fait, déjà observé par de nombreux auteurs : L.PERVINQUIERE (1903), M.SOLIGNAC (1927), G.CASTANY (1951) (1955) (1956), montre qu'il existe une grande continuité des faciès dans le domaine mésogéen et nous pourrions étendre notre comparaison à l'Italie, à la Grèce, à l'Espagne, au Maroc, etc... mais ceci sortirait du cadre de notre travail.

/ CINQUIEME PARTIE /

LE PROBLEME DES LIMITES DU JURASSIQUE EN TUNISIE

A - /LIMITES INFERIEURES - RELATIONS AVEC LE TRIAS/ -

1 - SYNTHESE SUR LE TRIAS DE TUNISIE - LIBYE ET SICILE -

J.BONNEFOUS (1967) travaux inédits S.N.P.A. et P.F.BUROLLET (1963) (23).

La planche 2 correspond à un profil de corrélations généralisées, pour le Trias, intéressant les coupes de Tripolitaine (Libye), le Sud tunisien, la Tunisie centrale, l'Axe Nord-Sud et la Sicile.

La disparition progressive des carbonates dans le sens Sicile ⟶ Tunisie centrale ⟶ Sud tunisien est un fait assez remarquable.

Le caractère subsident des séries de Sicile s'opposant à la stabilité de la plate-forme saharienne et de celle de Tunisie centrale (?) apparaît également sur cette planche.

- Trias inférieur et moyen -

Cette série n'est connue, complètement, que dans les forages du Sud tunisien et de Djeffara libyenne où elle est formée de grès à passées argileuses.

Successivement, de bas en haut :

. la formation Bir el Jaja, gréso-carbonatée, renferme une microfaune à affinités permo-triasiques (notamment Meandrospira sp.). Cette série repose en discordance sur du Paléozoïque.

. la formation Ouled Chebbi, formée de grès grossiers, pourrait correspondre au Trias inférieur (?),

. La formation Ras Hamia, constituée de grès fin à intercalations d'argile, est datée du Trias moyen (Virglorien ou Ladinien) par un banc fossilifère à Myophories et Estheria et également par palynologie (S.N.P.A.).

Au Djebel Garian (Libye), seule affleure la partie sommitale du Ras Hamia. Cette séquence paraît plus argileuse que son équivalent djeffarien.

En Tunisie centrale n'existe, à l'affleurement, que l'extrême sommet de la série située sous des "dolomies noires" (P.F.BUROLLET) - voir ci-dessous.

D'après J.D.GUIGNARD (S.N.P.A.), l'épaisseur mesurable ne dépasserait pas 70 m au Koudiat el Alfa. La séquence est argilo-gypseuse à très rares intercalations de grès fins et silts.

En Sicile, enfin, les forages de Gela et Raguse (et les coupes du Monte Inici) ont montré que la série du Trias moyen (?) et supérieur était très épaisse et compréhensive. La base du Trias n'a pas été atteinte dans ces forages.

A Taormina, en revanche, une série gréseuse de faciès "verrucano" repose, par l'intermédiaire d'un conglomérat, sur des phyllades et est surmontée par une série carbonatée d'épaisseur réduite (Trias moyen et supérieur ? puis Lias).

- Trias moyen et supérieur -

L'examen des faciès m'a permis une reconstitution paléogéographique très hypothétique pour le Trias moyen - supérieur (cf. fig.79).

Il s'agit, ici, des séries dont le mur est constitué par les calcaires d'Azizia (Libye - Tripolitaine), les calcaires de Sidi Toui (Sud tunisien) et les "dolomies noires" du Rhéouis (Axe Nord-Sud).

La formation Azizia est datée par macrofaune : la partie inférieure d'âge Muschelkalk (Ladinien - étage alpin), la partie moyenne et supérieure du Trias supérieur (Carnien). Il en est de même pour la formation Sidi Toui dans le Sud tunisien.

J'ai pu distinguer trois types de provinces (cf. fig.79) ;

. les provinces carbonatées :

- la Sicile occidentale (Taormina) et la Sicile orientale (Monte Inici),

- le Djebel Ichkeul (Tunisie septentrionale) ?,

. les provinces de transition avec :

- Garian (Tripolitaine) où la série est gréso-carbonatée.

. les provinces à évaporites comprenant :

- la Tunisie septentrionale (sauf Ichkeul), avec des séries subsidentes ?,

- la Tunisie centrale et orientale (?) avec des séries peu subsidentes,

- la bordure du Chott ? et le Djebel Hadifa,

- le Sud tunisien (Djeffara et Dahar),

- la Libye (Djeffara tripolitaine à l'Ouest de Garian).

Signalons, en outre, les provinces argilo-carbonatées de Sicile centrale (formations Mufara et Scillato) et argileuses (formation Streppenosa) de Sicile sud-occidentale.

2 - RELATIONS DU TRIAS ET DU JURASSIQUE -

Dans la planche 2 j'ai pris, comme horizontale de référence, le toit du Trias daté.

On voit, donc, qu'aussi bien en Sicile (Monte Inici) qu'en Tunisie -(Axe Nord-Sud : Chaabet el Attaris ...) il existe une zone, que j'ai appelée "Infralias", qu'il est bien difficile de rattacher au Trias ou au Lias.

Nous avons noté, plus haut, que J.SALAJ et E.STRANIK avaient découverts des Foraminifères du Rhétien inférieur (zone à Angulodiscus friedli) à la base de la falaise "liasique" du Djebel Fkirine (flanc est), situé dans les Massifs jurassiques de la Tunisie du NE.

On se rappelle, d'autre part, que dans certains forages (CB.1) ou certaines coupes de Tunisie septentrionale (Djebel Ressas, carrière de Ghardimahou), l'Hettangien a été reconnu sous un faciès de calcaire graveleux ou oolithique à Austrocolomia plochingeri, Glomospires et coprolithes de Crustacés.

Lorsque ce niveau manque, ou est masqué par la dolomitisation, la limite exacte du Trias et du Lias ne peut être fixée et j'ai eu recours au terme d'"Infralias" pour les séries situées entre le Trias daté et le Lias certain.

Notons, enfin, pour le Sud tunisien et la Tripolitaine, l'existence d'un horizon bien particulier de calcaires oolithiques, appelé horizon "B" par les géologues pétroliers et qui marquerait plus ou moins la limite du Trias et du Lias.

P.F.BUROLLET signale la présence, dans les collines des Abreghs, à la frontière tunisienne, d'Avicula contorta PORTL. qui préciserait l'âge rhétien de cette formation des Abreghs, mais sa mise en parallèle avec l'horizon "B" des forages tunisiens et libyens est sujette à caution selon certains géologues.

B - /LIMITES SUPERIEURES - RELATIONS AVEC LE CRETACE/ -

Le problème des limites supérieures du Jurassique pose beaucoup moins de problèmes que celui des limites inférieures :

- dans les Chaînons jurassiques, leurs dépendances est et ouest et au Cap Bon, on a vu que cette limite correspondait, à la fois, à un changement lithologique et à une évolution des faunes (Ammonites) et des microfaunes (Foraminifères, Ostracodes et Tintinnoïdiens). On a noté que le passage pouvait être discontinu ou continu selon que l'on se trouvait, au Jurassique supérieur, en faciès "plate-forme" ou en faciès "bassin".

- Dans l'Axe Nord-Sud, le passage est continu entre le Jurassique supérieur et le Crétacé, sous faciès marneux, mais, là aussi, la limite par macrofaune et microfaune est bien marquée.

- En Tunisie centrale, le sondage Souinia n°1 a également montré une limite nette entre Jurassique et Crétacé, marquée à la fois par un changement lithologique et une évolution de la microfaune.

- Dans le bassin des Chotts, le Sahel sud et le Sud tunisien, en revanche, nous avons vu que les faciès carbonatés du Jurassique supérieur passaient, brutalement vers le haut, à des faciès détritiques lagunolacustres (zone de passage Jurassique - Crétacé, Purbeck-Wealdien et Continental intercalaire) et si la limite Jurassique - Crétacé correspond, en gros, à cette rupture, il est bien difficile de préciser davantage, les séries gréseuses n'étant pas datées avec précision.

/ SIXIEME PARTIE /

SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE, CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES, PALEOGEOGRAPHIE, OROGENESE ET CONDITIONS DE SEDIMENTATION DU JURASSIQUE EN TUNISIE.

CHAPITRE I - SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE

CHAPITRE II - CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES

CHAPITRE III - CONDITIONS DE SEDIMENTATION - PALEOGEOGRAPHIE ET OROGENESE

1 - Etude par bassins

2 - Problème de la dolomitisation des séries liasiques

3 - Commentaires sur les cartes paléogéographiques

4 - Discordances et lacunes possibles dans le Jurassique de Tunisie.

CHAPITRE I

SYNTHESE STRATIGRAPHIQUE

Je vais reprendre la série stratigraphique de Tunisie non plus par coupes mais par étages, en résumant la lithologie et les faunes trouvées dans les différentes provinces.

1 - /LE LIAS/ -

A - LIAS INFERIEUR ET MOYEN -

La partie basale du Lias inférieur (Hettangien et Sinémurien inférieur) n'est connue, partiellement à l'affleurement, que dans des compartiments faillés sans continuité avec le reste de la série (Djebel Ressas, région de Ghardimahou). Elle a été bien mise en évidence dans les sondages du Cap Bon, CB.1 et CB.101, où elle fait partie d'une série carbonatée compréhensive attribuée au Lias - Infralias - Trias supérieur. La partie supérieure du Lias inférieur et le Lias moyen ont été identifiés, en revanche, en de nombreux points.

- Chaînons jurassiques -

Le Lias inférieur et moyen a été reconnu dans la plupart des Chaînons jurassiques étudiés : Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Djebel Ressas, Djebel Zaghouan, Djebel el Azeiz, Djebel Bent Saïdane, Djebel Fkirine, Djebel Zaress... Il présente, dans tous ces affleurements, des faciès homogènes. Au point de vue lithologique, on peut distinguer deux ensembles d'épaisseur inégale :

- A la base, une série de calcaires dolomitiques massifs, de teinte gris-clair à gris-noir, en général mal stratifiés, recristallisés, à "pellets" et gravelles, dont l'épaisseur maximum est de 625 m (Massif du Zaghouan : Djebel Staa).

Ces calcaires renferment, en abondance, des Algues Dasycladacées, Codiacées ou Solenoporacées et quelques Foraminifères : Palaeodasycladus mediterraneus, Thaumatoporella parvovesiculifera, Cayeuxia africana, Solenopora liasica, Pycnoporidium liasicum, Verneuilinidae ou Valvulinidae, Trochamminidae, etc...

Cette série est datée du Sinémurien - Pliensbachien inférieur par Ammonites (Oxynoticeras des zones à Uptonia jamesoni et Tragophylloceras ibex), (cf. récolte de G.DUBAR au Bent Saïdane - 1953).

- Au sommet, une séquence de calcaires lités, gris-noir, à silex, en bancs de 0,15 à 0,30 m, séparés par de minces interbancs marneux. Ces calcaires bioclastiques renferment, en abondance, des débris d'Echinodermes et une microfaune caractéristique : Involutina liassica, Epistomina aff. marginata, Lingulina gr. tenera, Lenticulina gr. prima.

L'épaisseur maximum de la série est de 30 m (Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif). Cet épisode correspond au Domérien. Les calcaires domériens présentent, souvent, à leur sommet ou à leur base, des "hard ground", surfaces durcies et ferruginisées à fossiles encroûtés ; nous avons observé de telles surfaces au Zaghouan et au Zaress.

- Affleurements situés à l'Ouest des Chaînons -

. Djebel Oust, Djebel Raouas -

Le Lias inférieur - moyen a livré les mêmes organismes que ceux trouvés dans les Chaînons jurassiques mais la série n'est pas dolomitisée et la recristallisation est moins poussée. Notons, au Djebel Raouas, à côté des Algues Dasycladacées habituelles, l'existence de rares niveaux à "Protoglobigérines" et "filaments".

Les calcaires domériens, lités, présentent des "hard ground" à leur base et à leur sommet, au Djebel Oust (extrémité est). Ils sont riches en fossiles (Coelentérés, Echinodermes, Gastéropodes, Ammonites).

. Djebel Aziz, Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs -

Au Djebel Aziz, les calcaires du Lias moyen sont de teinte sombre ; la stratification est encore peu visible, mais les lits de silex se rencontrent plus bas, dans la série, que dans les coupes précédentes.

Au Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, en revanche, les calcaires, quoique en gros bancs, sont nettement stratifiés, les accidents siliceux ont envahi toute la série.

Les Algues encore présentes au Djebel Aziz, associées, il est vrai, à des Radiolaires, ont complètement disparu au Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs. Elles ont fait place à des Radiolaires, des Globochaete, des spicules de Spongiaires et des débris d'Echinodermes.

- Affleurements situés à l'Est des Chaînons -

Le Lias inférieur - moyen est présent dans la zone complexe de Hammam Jedidi :

. dans le piton du Hammam, les calcaires sont très fortement recristallisés, de sorte que les Algues du Lias inférieur et moyen n'ont pas pu être identifiées avec certitude.

. Au Djebel Azrek, en revanche, le Lias inférieur et moyen, sous son faciès à Algues, a pu être parfaitement caractérisé. M.RAKUS et A.DIELY ont décrit une faune d'Ammonites du Pliensbachien inférieur prélevée dans ces niveaux.

- Sondages du Cap Bon (S.E.R.E.P.T.) -

Le Lias moyen a été atteint à CB.7, le Lias moyen et inférieur traversé à CB.1 et CB.101. Il présente les mêmes caractéristiques que dans les Chaînons jurassiques et renferme les mêmes Algues.

A CB.1, l'Hettangien a pu être mis en évidence ; il est constitué par un niveau de calcaire graveleux ou oolithique à Austrocolomia plochingeri, Glomospira sp., "Ecclypeodiscus" et coprolithes de Crustacés qui surmonte une série dolomitique et anhydritique à Algues concrétionnées et Polypiers recristallisés, rattachée au Trias supérieur à Infralias.

A CB.101, l'ensemble du Lias est très fortement dolomitisé.

Le Domérien des forages du Cap Bon est identique à celui rencontré dans les Chaînons jurassiques.

- Sondages du Sahel -

Les calcaires du Lias inférieur et moyen, quoique très recristallisés, ont été traversés, dans la struxture diapirique de Ktitir, par le forage KT.2 (C.P.D.T.) ; des fantômes d'Algues Dasycladacées ont été identifiés par nous.

- Axe Nord-Sud -

La présence du Lias inférieur et moyen, sous son faciès habituel, a été reconnue au Djebel Nara et au Djebel Chaabet el Attaris et des fantômes d'Algues liasiques identifiés (Thaumatoporella sp.). La série est, ici aussi, très dolomitique.

- Tunisie centrale -

Le sondage Souinia n°1 (SO.1) - S.N.A.P. - a rencontré le Lias inférieur et moyen dolomitique à fantômes d'Algues.

- Chott Fedjedj -

Les forages Chott Fedjedj n°1 (CF.1) et Zemlet el Beida n°1 (ZB.1) - S.E.R.E.P.T. - ont atteint les calcaires dolomitiques du Lias inférieur et moyen ; les microfaciès sont, ici, relativement diversifiés : calcaires oolithiques, graveleux, à "pellets", ou bioclastiques, renfermant des débris d'organismes, des Algues et des Foraminifères.

Notons la présence, dans ces carbonates, d'inclusions d'anhydrite inconnues dans les faciès plus septentrionaux du Lias : à CB.101, par exemple, l'anhydrite ne se rencontre pas avant le Trias - Infralias.

Dans l'Axe Nord-Sud, la Tunisie centrale, le Chott Fedjedj, le Domérien n'est pas identifiable (Série compréhensive ou lacune).

B - LIAS SUPERIEUR -

Le Lias supérieur a été reconnu dans les Chaînons jurassiques (Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Zaghouan, Zaress) et leurs dépendances ouest (Djebel Oust, Djebel Aziz, Bou Kornine de Pont du Fahs).

Nous avons également démontré son existence dans différents points de l'Axe Nord-Sud : Djebel Touila, Djebel Nara, Djebel Chaabet el Attaris, Djebel Sidi Kralif, Djebel Faïd (J.BONNEFOUS et M.RAKUS, 1965).

Il paraît absent dans le sondage Souinia n°1 (SO.1) et dans les forages du Chott Fedjedj.

- Chaînons jurassiques -

Le Toarcien inférieur, absent dans la plupart des affleurements, a été identifié, seulement, au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif. Il est constitué de marno-calcaires à débris phosphatés, rares débris d'Echinodermes et Lagenidae:Dentalina gr. vetustissima, Nodosaria gr. tenuissima, Lenticulines, Spirillines, Ostracodes et Globochaete. Son épaisseur varie de 14 à 40 m suivant les coupes.

Le Toarcien supérieur, qui surmonte directement le Domérien dans les autres massifs, est formé de marnes à intercalations marno-calcaires et de calcaires gris-noir, en bancs de 20 cm, à interbancs de marnes indurées gris-verdâtre. Ces calcaires ont livré des "filaments" courts et arqués, des Radiolaires des Lenticulines et des débris d'Echinodermes.

- Affleurements situés à l'Ouest des Chaînons -

Le Toarcien, qui ne se distingue plus lithologiquement de l'Aalénien, est représenté par des calcaires gris-bleu, en bancs de 20 cm, et des calcaires en petits bancs mal réglés, à pâte beige-verdâtre. Ces calcaires renferment des "filaments", des débris d'Echinodermes, des Radiolaires, des spicules et de très rares Globochaete.

2 - /DOGGER/ -

A - AALENIEN -

- Chaînons jurassiques -

L'Aalénien est formé de calcaires gris-noir, à gros silex, en bancs de 10 à 20 cm, séparés par des marnes feuilletées.

- Affleurements situés à l'Ouest des Chaînons -

L'Aalénien présente, nous venons de le voir, une lithologie identique à celle du Toarcien. Notons, cependant, l'existence de silex au Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, dans la partie supérieure de la série.

B - BAJOCIEN - BATHONIEN INFERIEUR -

Ces étages ont été reconnus, par nous, dans les Chaînons jurassiques (Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Djebel Zaghouan, Djebel Bent Saïdane, Djebel Zaress). Ils ne sont pas représentés dans les affleurements ouest, probablement tronqués par faille.

Au Djebel Nara, le Bajocien et le Bathonien correspondent à une passée plus tendre, formant combe, intercalée entre deux masses dolomitiques. Ils existent également dans les séries subsidentes des sondages ABK.1 (Sahel), SO.1 (Tunisie centrale) et dans les forages du Chott Fedjedj.

- Chaînons jurassiques -

- Au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, le Bajocien est représenté par une série affectée par une subsidence plus forte que dans les autres massifs : il est constitué de calcaires argileux gris-bleu, en bancs de 30 à 50 cm, à interbancs marno-calcaire réduits, de calcaires argileux jaunâtres, indurés, en bancs de 20 à 30 cm, à intercalations marno-calcaires formant retrait topographique. Dans la partie supérieure de la séquence la roche se débite en grandes esquilles. Notons l'abondance, dans ces sédiments, des "filaments" et des Radiolaires.

Au-dessus, le Bathonien présente un faciès propre à ce massif : il est représenté par deux conglomérats monogéniques gris, granoclassés, bien cimentés, à galets liasiques exclusifs, ciment à "filaments", séparés par un complexe de calcaires argileux et de marnes.

L'épaisseur du conglomérat inférieur atteint 70 m à l'emplacement de la coupe, celle de la série calcaréo-marneuse intermédiaire 110 m ; l'épaisseur du conglomérat supérieur est très variable, au maximum 30 m.

Dans la partie supérieure du conglomérat le plus récent et dans la série intermédiaire nous avons trouvé, une faune abondante d'Ammonites bathoniennes (voir liste p. 54).

- Dans les autres massifs où ils existent, ces étages correspondent à des séries minces et souvent laminées.

Au Djebel Zaghouan, des calcaires noirâtres, laminés et plissotés, sont bourrés de "filaments" d'un type particulier : ils paraissent présenter des articulations et évoquent, pour le Professeur CUVILLIER, de possibles sections de tests d'Arthropodes (Crustacés). Ces calcaires présentent de rares intercalations de marnes feuilletées, indurées.

Au Djebel Bent Saïdane, le Bajocien et le Bathonien inférieur correspondent à une série monotone de calcaires argileux gris-noirâtre, à patine jaune, indurés, à passées marneuses.

Au Djebel Zaress, enfin, ils sont représentés par des calcaires gris-verdâtre, indurés, en dalles de 20 cm, riches en "filaments", à interbancs marneux gris. Dans les affleurements ouest, le Bajocien et le Bathonien inférieur sont absents, mais, du fait de l'existence de failles à leur niveau, il est difficile de se prononcer sur la lacune éventuelle de ces étages.

- Axe Nord-Sud -

Au Djebel Nara, le Bajocien et le Bathonien sont représentés par des calcaires silteux gris-jaunâtre, indurés, en bancs de 15 cm de puissance, se débitant en plaquettes, qui alternent avec des marnes silteuses. Ces niveaux ont livré des Radiolaires et des spicules de Spongiaires. H.SCHOELLER et E.DUMON y ont trouvé, en 1937, quelques Ammonites mal conservées du Bajocien - Bathonien.

Légèrement au Nord de cette coupe, M.RAKUS, du Service Géologique de Tunisie, a découvert un gisement à Ammonites du Bajocien ; le sédiment présente un microfaciès particulier : il s'agit d'un calcaire à nombreuses oolithes phosphatées. Ce faciès a été retrouvé au Djebel Faïd.

Au Djebel Touila, enfin, l'ensemble Toarcien - Bajocien daté par Ammonites (Harpoceras, Sonninia) est représenté par une série condensée (3 m) de calcaire à oolithes ferrugineuses. Ce faciès est discontinu, apparaissant sous forme de poches dans la masse dolomitique (J.BONNEFOUS - M.RAKUS, 1965). De rares oolithes ferrugineuses, associées à des "filaments", ont été également observées au Krechem el Kelb (Djebel Sidi Kralif) et au Djebel Chaabet el Attaris.

- ABK.1 - SO.1 - Forages du Chott Fedjedj -

Dans ces différents forages, le Bajocien et le Bathonien inférieur apparaissent sous faciès calcaire, à la base d'une série marneuse très épaisse, représentant la partie supérieure du Dogger. Il s'agit d'une alternance de calcaires argileux, parfois silteux et de marnes.

Notons la présence, dans les forages du Chott, de calcaires oolithiques et graveleux et l'existence d'une zone à "filaments" dans la partie supérieure de la séquence.

C - BATHONIEN SUPERIEUR - CALLOVIEN - OXFORDIEN INFERIEUR -

- Chaînons jurassiques et affleurements ouest -

A partir du Bathonien supérieur, les faciès deviennent homogènes dans toute la Dorsale tunisienne, aussi bien dans les Chaînons jurassiques que dans les affleurements situés à l'Ouest. La série présente, toujours, son maximum d'épaisseur au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif. La lithologie est la suivante : des alternances de calcaires argileux, parfois fortement limonitiques ou siliceux, et de marnes. Vers le haut, cette alternance passe à des calcaires à patine jaune à ocre ou rouille, très durs, se débitant en parallélépipèdes, en bancs de 20 cm à 2 m et constituant un niveau repère. Ils renferment des "filaments zonés à bordure dentelée" et des Radiolaires.

Notons la présence de ce faciès dans des copeaux jurassiques remontés par le Trias près d'Oued Zarga en Tunisie septentrionale (Chott ech Chaguetni, Djebel Tamrhoura, etc...) et au Djebel Sidi Ahmed Zarouk.

- Axe Nord-Sud -

Ces étages doivent être représentés dans la partie inférieure de la série dolomitique supérieure du Djebel Nara mais n'ont pu être caractérisés du fait de la forte dolomitisation de la série. Au Chaabet el Attaris, en revanche, ces étages correspondent à des calcaires dolomitiques à "pellets", avec fréquents "filaments zonés" caractéristiques (J.BONNEFOUS, P.GUIRAND, M.RAKUS, 1966). Ce même faciès a été observé au Djebel Sidi Kralif (Krechem el Kelb).

Le Bathonien - Callovien - Oxfordien inférieur a été reconnu, en outre, au Djebel Haouareb , à l'extrémité septentrionale de l'Axe Nord-Sud où J.BONNEFOUS et M.RAKUS ont pu caractériser ces étages par macrofaune et microfaciès (1965).

- ABK.1 - SO.1 - Forages du Chott Fedjedj -

Le Bathonien supérieur, le Callovien et l'Oxfordien correspondent à une épaisse série de marnes gris-verdâtre à gris foncé à fines intercalations de calcaires ou de grès. On note la présence de "filaments" dans la partie inférieure de la séquence, de Lenticulines, Epistomines et Ostracodes dans le reste de la série. L'épaisseur maximum est de 1375 m à ABK.1.

3 - /MALM/ -

A - OXFORDIEN SUPERIEUR -

L'Oxfordien supérieur présente un faciès "ammonitico rosso" caractéristique dans les Chaînons jurassiques, les affleurements ouest et est, les sondages du Cap Bon et le forage Souinia n°1 (SO.1).

Dans l'Axe Nord-Sud, il n'a pu être caractérisé qu'au Djebel Haouareb, au Djebel Chaabet el Attaris, au Djebel Sidi Kralif (Krechem el Kelb), et très ponctuellement au Djebel Nara.

- Chaînons jurassiques -

Dans tous les Chaînons, le faciès de calcaire pseudo-bréchique (noduleux) rouge, à nombreuses Ammonites roulées, est uniformément répandu. Il présente son épaisseur maximum au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif.

Notons, pour ce niveau, la constance du microfaciès à "Protoglobigérines" qui, assez rares et associées à des Radiolaires et des Globochaete dans le Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, vont pulluler dans les massifs plus méridionaux.

- Affleurements situés à l'Est des Chaînons -

L'Oxfordien supérieur a pu être reconnu, dans le Djebel Azrek (Hammam Jedidi) et, ponctuellement, au Mdeker près d'Enfidaville où il présente un faciès "ammonitico rosso" (J.BONNEFOUS, 1967).

- Affleurements situés à l'Ouest des Chaînons -

Au Djebel Oust, les faciès décrits plus haut sont associés à des marnes rouges indurées, tachetées de blanc (faciès "ocellé"). Les "Protoglobigérines" ont disparu, mais il faut signaler l'abondance des Radiolaires dont certains individus sont chloritisés ou glauconieux.

Les schistes rouges "ocellés" subsistent, seuls, au Djebel Aziz, au Bou Kornine de Pont du Fahs et au Raouas ; on retrouve, dans ces faciès, les niveaux à Radiolaires chloritisés ou glauconieux.

Une série pélagique allant du Callovo-Oxfordien au Tithonique a été découverte dans le Djebel Amar, anticlinal à coeur triasique situé au Nord Ouest de Tunis. Le faciès de

l'Oxfordien supérieur y est tout à fait comparable à celui des affleurements ouest (présence de microfaciès à Radiolaires chloritisés ou glauconieux) - J.BONNEFOUS, F.KCHOUK, P.MACOIN, S.PINI et M.RAKUS (1966).

Les calcaires noduleux roses à "Protoglobigérines" ont été signalés, en revanche, au Djebel Sid Ahmed Zarouk par G.GLACON et H.ROUVIER (1970).

- Cap Bon -

Le niveau marneux rougeâtre à Radiolaires chloritisés ou glauconieux a été retrouvé à CB.1 et CB.7. Il est absent (lacune) à CB.101.

- Sondage Souinia n°1 (SO.1) -

En Tunisie Centrale, le forage SO.1 a rencontré, sur 140 m, le faciès "ammonitico rosso" (calcaires argileux et marnes rougeâtres à "Protoglobigérines"). C'est le point le plus méridional où ce faciès a été rencontré en Tunisie.

- Axe Nord-Sud -

Dans l'Axe Nord-Sud, l'Oxfordien supérieur a pu être caractérisé à l'extrémité nord, au Djebel Haouareb, avec des alternances de calcaires gris-vert, de calcaires pseudobréchiques rouges et de marnes vertes ou jaunes renfermant des Ammonites calcaires ou pyriteuses de la zone à Peltoceras transversarium. Cette zone m'a fourni le microfaciès classique à "Protoglobigérines".

Dans les affleurements plus méridionaux de la Chaîne Nara-Kralif il n'est pas toujours possible de distinguer l'Oxfordien supérieur qui doit être représenté dans la corniche dolomitique supérieure de la "formation Nara" dont le sommet et la base ont pu être respectivement datés du Bajocien et du Tithonique. Cependant, signalons la découverte, au Djebel Chaabet el Attaris, de microfaciès caractéristiques de l'Oxfordien supérieur : ils correspondent à des calcaires oolithiques à "Protoglobigérines" avec Ammonites du sous-étage : Perisphinctes et Calliphylloceras (J.BONNEFOUS, P.GUIRAND, M.RAKUS, 1966). Le microfaciès à "Protoglobigérines" existe également, de façon ponctuelle, nous l'avons vu, au Djebel Nara et au Djebel Sidi Kralif (Krechem el Kelb).

B - KIMMERIDGIEN - TITHONIQUE -

- Chaînons jurassiques -

Du fait des variations de faciès importantes qui affectent ces séries, je suis amené à distinguer trois types :

. Faciès "récifal" (partie est du Zaghouan, Ressas - Djebel Sidi Salem et Mecella) (cf. fig.91) -

Au Kef el Orma, par exemple, dans le massif du Zaghouan, la série est formée de calcaires bioclastiques gris-clair, à patine grise, en gros bancs mal stratifiés. A la base, les bancs sont mieux différenciés et comportent des interbancs marneux. On note plusieurs niveaux riches en silex.

La macrofaune, observée en sections, comporte des Coelentérés Hydrozoaires Ellipsactinia, des Rudistes : Heterodiceras, des Nérinées, des Crustacés, des Serpules. Nous avons indiqué, plus haut, la contribution fondamentale des Algues encroûtantes dans le Jurassique "récifal" tunisien. Il s'agit de nodules très proches des Stromatolithes avec une structure apparente, homogène, concentrique, laissant parfois voir des microtubes isolés mais centrés, dans tous les cas sur le Foraminifères Nodophthalmidium jurassicum. Ces Spongiostromata (Algues bleues) semblent appartenir au "genre" Pycnostroma.

D'assez rares Tintinnoïdiens et Globochaete semblent égarés dans ces faciès "récifaux".

L'épaisseur de la série, dans cette coupe, est de 380 m ; elle est de 490 m au Djebel Ressas où elle atteint son épaisseur maximum.

. Faciès mixte (Partie ouest du Zaghouan) -

Au Djebel Staa, dans la partie sud-ouest du Zaghouan, la séquence est formée de calcaires gris-noir, en bancs bien différenciés de 10 à 40 cm, à interbancs marneux réduits. La série à 110 m d'épaisseur.

Les Ammonites sont abondantes et les microfaciès sont à caractère pélagique : Saccocoma et autres débris de Crinoïdes pélagiques seuls à la base, puis associés à des Tintinnoïdiens dans la partie supérieure ; des passées de calcaires bioclastiques et graveleux, à débris d'Echinodermes, Spongiaires, Serpules, Coelentérés, Nérinées, Pinna, Rudistes, Crustacés et Algues s'intercalent, cependant, dans la série.

. Faciès pélagique (tous les autres affleurements des Chaînons) -

Au Djebel Zaress, par exemple, des calcaires à pâte fine, en bancs bien différenciés de 20 à 80 cm de puissance, parfois noduleux, sont intercalés dans des marnes. Ils renferment des Ammonites, des Saccocoma, des Globochaete, des Radiolaires et des Tintinnoïdiens. Les intercalations péri-récifales ont complètement disparu de la série dont le faciès est nettement pélagique.

- Affleurements situés à l'Est des Chaînons -

Le faciès "récifal", avec un caractère particulier de confinement, est connu à Hammam Zriba, le faciès mixte a été rencontré à Hammam Jedidi et, éventuellement, au Djebel Mdeker (?).

- Affleurements situés à l'Ouest des Chaînons -

Le faciès pélagique est uniformément répandu dans tous ces affleurements. Notons la présence de faunes d'Ammonites pyriteuses au Djebel Oust et au Djebel Raouas.

Le Kimméridgien - Tithonique, daté par fossiles et Tintinnoïdiens, a été découvert au Djebel Amar, près de Tunis. Les faciès à Saccocoma et Tintinnoïdiens sont, également, présents près d'Oued Zarga et au Djebel Sidi Ahmed Zarouk.

- Sondages du Cap Bon -

Le Kimméridgien - Tithonique à faciès pélagique a été reconnu à CB.1, CB.7 et CB.101.

- Djebel Ichkeul -

La partie est du Djebel Ichkeul, situé près de Bizerte, est datée par fossiles du Kimméridgien (M.SOLIGNAC, 1927). Cette association faunistique a été retrouvée et complétée par nous. Nous avons récolté : Lamellaptychus beyrichi, Lamellaptychus gr. lamellosus, Perisphinctidé à ornementation de Divicosphinctes.

- Axe Nord-Sud -

La partie supérieure de la série dolomitique (sommet de la formation "Nara") et la séquence marneuse qui lui est superposée (base de la formation "Sidi Kralif" de P.F.EUROLLET) appartiennent au Tithonique ; les marnes ont un faciès pélagique. Les

Tintinnoïdiens et les Ammonites pyriteuses abondent au Djebel Touila, au Djebel Nara, au Djebel Chaabet el Attaris, au Djebel Sidi Kralif, au Djebel Faid et au Djebel Rhéouis, soit tout le long de l'Axe Nord-Sud.

- Sondages du Chott Fedjedj, Guellala n°1 (GU.1) dans l'Ile de Djerba, ABK.1 (?) et SO.1 -

Dans tous ces forages, le Jurassique supérieur, représenté par une série calcaire ou dolomitique très épaisse, (1120 m à CF.2) possède un faciès particulier : il est constitué par des calcaires graveleux ou oolithiques, gréseux, plus ou moins dolomitisés, à très rares intercalations d'argile verte.

La microfaune ou flore rencontrée dans ces sédiments est la suivante :

. au sommet : Anchispirocyclina praelusitanica et A. lusitanica,

. puis : Pseudocyclammina lituus, Pseudocyclammina jaccardi, Kurnubia jurassica, Everticyclammina virguliana, Acicularia sp., Clypeina jurassica, Cayeuxia piae, etc... sections de Coelentérés, à la base.

CHAPITRE II

CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES

J'ai dessiné une série de planches de corrélations stratigraphiques qui montrent les variations d'épaisseur et de faciès du Jurassique en Tunisie.

Ces planches intéressent :

- les corrélations stratigraphiques dans le Djebel Zaghouan - Pl.3 : cette planche illustre bien, en particulier, les variations d'épaisseur et de faciès dans le Jurassique supérieur de type "récifal" et mixte.

- les corrélations stratigraphiques dans les coupes : Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Djebel Ressas, Djebel Zaghouan, Djebel Bent Saïdane, Djebel Zaress - Pl.4 : on peut bien observer, sur cette planche, les variations d'épaisseur et de faciès du Jurassique le long des Chaînons jurassiques.

- un essai de corrélations stratigraphiques dans le Toarcien - Aalénien - Bajocien - Bathonien des Chaînons jurassique - Pl.5 : on constate les variations considérables qui affectent ces étages en différents points des Chaînons jurassiques.

- un essai de corrélations par microfaciès dans les coupes de terrain, Djebel Oust, Djebel Raouas, Djebel Aziz, Bou Kornine de Pont du Fahs - Pl.6 : cette planche montre les variations de faciès du Jurassique (sens W-E) dans les affleurements à l'W des Chaînons.

- des corrélations stratigraphiques est-ouest dans les séries jurassiques; la Coupe n°1 se rapporte au Djebel Zaghouan, au Djebel Oust, au Djebel Raouas, au Djebel Aziz, au Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, la Coupe n°2 au Djebel Amar et à CB.1 - Pl.7 : Ces deux coupes orientées W-E intéressent, également, les variations de faciès et d'épaisseur du Jurassique de la Tunisie septentrionale.

- des corrélations stratigraphiques N-S dans les séries jurassiques : Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Djebel Zaghouan, Djebel Zaress, Djebel Haouareb, Djebel Nara, CF.1, BS.1 - Pl.8 : Cette longue coupe, orientée N-S, illustre les variations de faciès et d'épaisseur affectant le Jurassique depuis les Chaînons jurassiques jusqu'à la plateforme saharienne : on note, en particulier, le caractère subsident des séries du Dogger et du Malm du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif et du bassin des Chotts.

CHAPITRE III

CONDITIONS DE SEDIMENTATION - PALEOGEOGRAPHIE ET OROGENESE

1 - /ETUDE PAR BASSINS/ -

A - MASSIFS JURASSIQUES - AFFLEUREMENTS OUEST ET EST - CAP BON - (fig.80 et 81) -

- Lias inférieur et moyen -

La série du Sinémurien - Pliensbachien inférieur présente trois types de faciès :

. Type littoral (platiers à Algues) -

Les calcaires très francs des "platiers à Algues" du Sinémurien - Pliensbachien inférieur témoignent d'une sédimentation en milieu peu profond, littoral s. str. à infralittoral (faciès plateforme), où l'activité biochimique a dû être le facteur dominant de la sédimentation.

La pellicule d'eau recouvrant cette alguerale marine devait être faible, d'une épaisseur probablement inférieure à une trentaine de mètres. Comme le fait remarquer J.PIA (246), les Siphonées verticillées actuelles vivent dans l'Adriatique entre 0,50 et 30 mètres ; mais il est certain que dans les régions tropicales beaucoup plus lumineuses, les Dasycladacées peuvent vivre beaucoup plus profondément.

Le niveau d'énergie du milieu de dépôt devait être variable suivant les niveaux : faible (micrite à "pellets"), ou modéré à fort (niveaux à gravelles et oolithes). Notons, encore, l'absence totale d'éléments détritiques terrigènes dans ces sédiments ; on a vu plus haut, en effet, que le pourcentage de carbonate y dépasse 99,9 %.

La présence, au Djebel Ressas et éventuellement au Djebel Aziz, de structures concrétionnées inorganiques du type "Vadose pisolite" indiquerait selon R.J.DUNHAM (126) un climat sec, une exposition subaerienne répétée du trottoir à Algues durant sa croissance.

De même l'existence de Spongiostromata (Oncolithes), plus ou moins sphériques et à structure concentrique, observés au Djebel Ressas, au Djebel Zaghouan et au Djebel Oust milite en faveur de dépôts peu profonds, de type intertidal basal, situés à la limite du niveau inférieur des marées. Pour de tels dépôts, le niveau d'énergie devait être relativement élevé.

Les études géochimiques ont montré, enfin, le caractère légèrement confiné (450 ppm de Bore) de ces platiers s'opposant au caractère de mer ouverte du reste de la série (cf. p.230).

Ce faciès est très répandu en Tunisie du Nord Est. Nous l'avons rencontré :

- dans tous les Chaînons jurassiques et dans le Djebel Oust,

- dans les forages du Cap Bon CB.1 (CB.7 - CB.101, dans lesquels la série est très recristallisée et dolomitisée),

- à Hammam Jedidi.

Depuis les Chaînons et en direction du "Sillon tunisien" (1), les faciès évoluent.

. Type littoral à rares intercalations pélagiques -

Un tel faciès a été noté le long d'une ligne : Djebel Raouas - Djebel Aziz.

La roche est encore massive à la base ; des silex sont présents dans le haut de la série. A côté des faciès littoraux à Algues, de timides incursions pélagiques se manifestent avec quelques niveaux à "Protoglobigérines", "filaments" et Radiolaires indiquant des communications avec la mer ouverte.

. Type pélagique -

Il est représenté au Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, affleurement jurassique situé le plus à l'Ouest de l'axe des Chaînons. Les calcaires sont lités, avec de nombreux lits de silex. Le microfaciès est à caractère pélagique : les Algues ont complètement disparu et ont fait place à des Radiolaires, des spicules et des débris d'Echinodermes. Le faciès est donc, ici, de type "bassin".

(1) On se rappelle que le "Sillon tunisien" est un bassin de subsidence situé dans la partie nord ouest de la Tunisie, limité au Sud par une ligne Tunis - Pont du Fahs - Maktar - Tadjérouine et précédemment mis en évidence pour les séries du Crétacé.

Le Pliensbachien supérieur (Domérien), plus ou moins complet, possède souvent, à son sommet ou à sa base, des "hard-ground", surfaces durcies et ferruginisées à fossiles encroûtés. De telles surfaces ont pu être observées au Djebel Staa et au Kef el Orma (Massif du Zaghouan), au Djebel Zaress et au Djebel Oust.

Des mouvements de faible amplitude ou des courants sous-marins balayant des hauts fonds doivent être responsables de ces arrêts locaux de sédimentation (±). Ces phénomènes de remaniement annoncent la lacune du Toarcien inférieur.

La sédimentation se caractérise, au Domérien, par un milieu infralittoral à haute énergie (calcaires bioclastiques et graveleux, faune néritique).

- Lias supérieur -

Le Toarcien inférieur semble absent dans la plupart des massifs jurassiques, le Toarcien supérieur reposant directement sur le Domérien.

Ce fait a pu être observé, par nous, dans le massif du Zaghouan : Djebel Staa, Kef el Orma (flanc E) et au Djebel Zaress.

Le Toarcien inférieur paraît, également, absent dans les affleurements situés à l'Ouest des Chaînons : Djebel Oust, Djebel Aziz, Bou Kornine de Pont du Fahs.

En revanche, le Toarcien inférieur a pu être caractérisé au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif.

On peut supposer que la transgression du Toarcien s'est effectuée dans le sens Nord-Sud et a, donc, atteint le Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif avant les massifs plus méridionaux. Dans une autre hypothèse, le Toarcien inférieur se serait déposé à l'emplacement de ces derniers massifs mais aurait été décapé par les courants sous-marins (±) responsables des "hard-ground" observés au sommet du Lias moyen. Notons le caractère "mer ouverte" de la sédimentation du Toarcien.

- Dogger à Callovo-Oxfordien inférieur -

Le régime de mer ouverte, plus profonde et plus calme que celle du Lias inférieur et moyen, à microfaune pélagique, qui s'est installé, nous l'avons vu, au Toarcien, se maintient pendant l'Aalénien et s'accentue pendant le Bajocien, le Bathonien et le Callovo-Oxfordien inférieur.

(±) Pour G.LUCAS ces accidents dans la sédimentation pourraient être dus aux "tsunami", ondes marines dues aux tremblements de terre - C.R. Acad. Sc. Paris, t.262, p.2141-2144 (1966).

La succession régulière de bancs carbonatés et de bancs marneux ("rhythmites") traduit une sédimentation qui s'est effectuée dans des zones relativement profondes, sous la zone d'action des vagues, et qui résulte de variations climatiques régulières faisant alterner des afflux périodiques de boue argileuse et des épisodes purement carbonatés - J.L.WILSON (261).

Le Bajocien est présent dans les principaux massifs jurassiques mais n'a pas été trouvé dans les affleurements ouest. La lacune du Bajocien peut être due à deux causes :

- l'existence d'une faille soustractive au niveau de cet étage,

- l'enfoncement différentiel ("touches de piano") de dalles de calcaires liasiques (failles ou gauchissements presque pénécontemporains de la sédimentation).

Notons le caractère particulier du Dogger du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif qui se singularise par une subsidence nettement plus active que dans les autres massifs, l'existence de conglomérats grano-classés, d'âge bathonien, remaniant des calcaires liasiques (destruction d'une chaine liasique sous-marine), l'apparition, à la fin de l'Oxfordien inférieur, de calcaires bioclastiques inconnus dans les autres massifs.

Ces phénomènes traduisent une instabilité particulière des fonds au niveau de ce massif.

Au Callovo-Oxfordien inférieur, le caractère pélagique de la sédimentation s'accentue de l'Est vers l'Ouest, depuis les Chaînons jusqu'aux affleurements ouest ; on constate, en effet, dans ces derniers massifs, que l'abondance des Radiolaires croit et que, parallèlement, le pourcentage de silice - très probablement organique - est en augmentation (tendance vers les radiolarites).

- Oxfordien supérieur -

Le faciès "ammonitico rosso" de calcaire rougeâtre, pseudobréchique et noduleux, pétri d'Ammonites roulées, de Gastéropodes, d'Echinodermes, de spicules de Spongiaires, de "Protoglobigérines", Radiolaires et Globochaete, traduit des conditions bien particulières: des eaux peu profondes, oxygénées, agitées (énergie forte), largement ouvertes aux influences pélagiques (*) - cf. G.LUCAS (159),

(*) Le caractère de mer ouverte observé dans les faciès "ammonitico rosso" de l'Oxfordien supérieur est également attesté par les teneurs en bore qui expriment la salinité relative (200 ppm de bore).

(160), (161). Un tel faciès a été rencontré dans tous les Chaînons jurassiques. Notons que l'Oxfordien supérieur ravine légèrement la surface de l'Oxfordien inférieur au Djebel Staa (Zaghouan) et au Djebel Ressas.

Vers l'Ouest, en direction du "Sillon tunisien", nous assistons à une évolution de la série. Le faciès pseudobréchique est encore présent au Djebel Oust associé à un faciès "ocellé" à Radiolaires chloritisés ou glauconieux ; ce dernier type de sédiment existe, seul, dans les autres pointements : Djebel Amar, Djebel Aziz, Raouas et Bou Kornine de Pont du Fahs.

Notons que, même au Djebel Oust, les "Protoglobigérines", qui caractérisent l'Oxfordien supérieur dans tous les Chaînons, sont absentes tandis que les Radiolaires y sont plus abondants. Le faciès de fausses brèches est donc remplacé, vers le Nord Ouest, par un type de sédiment déposé en milieu probablement plus profond et plus calme. A l'est des Chaînons jurassiques, le faciès typique de fausses brèches à "Protoglobigérines" se rencontre inchangé à Hammam Jedidi (Azrek) et au Djebel Mdeker, tandis que, plus au Nord, les forages du Cap Bon CB.1 et CB.7 montrent les faciès de type "bassin" de marno-calcaires rouges à Radiolaires.

- <u>Kimméridgien - Tithonique</u> -

Le Kimméridgien et le Tithonique, en continuité de sédimentation avec l'Oxfordien, présentent des variations d'épaisseur et de faciès considérables. Une vaste plate-forme "récifale" située à l'Est d'une ligne Ressas-Zaghouan, englobait la partie est du Zaghouan (petit Zaghouan, Kef el Orma, Grand Pic), les Djebels Sidi Salem et Mecella, le Djebel Ressas, Hammam Zriba. Dans la zone ouest du Zaghouan (Bou Gabrine, coupe de la cote 633 : Kef el Blidah, Djebel Staa), à Hammam Jedidi et au Mdeker, les faciès sont péri-récifaux tandis que la sédimentation est à caractère pélagique et profonde dans les autres massifs jurassiques, les affleurements ouest et les sondages du Cap Bon.

Dans le Djebel Zaghouan, nous avons pu suivre, pas à pas, la variation latérale de faciès (voir partie analytique p.76 à p. 96) (cf. fig.91).

Nous avons vu que ce passage s'accompagnait d'une réduction d'épaisseur de la série (de 4 à 1 environ) dans le sens récifal-pélagique.

Les faciès pélagiques : Ils correspondent aux calcaires et marnes à Ammonites pyriteuses et Tintinnoïdiens classiquement connus en Mésogée. Ces calcaires sont souvent noduleux : ce type de faciès peut s'expliquer par une induration précoce de certaines parties de la roche et des dissolutions postérieures au dépôt (cf. les "subsolutions" d'HOLLMANN, 1962, 1964). Les preuves de dissolutions sont apportées par les fines croutes ferrugineuses recouvrant souvent les nodules (Pl.79 fig.152, Pl.V fig.3 et 4).

Les faciès "récifaux" : il s'agit de faciès "récifaux" originaux, essentiellement formés d'Hydrozoaires, d'Algues encroûtantes lamellaires et de Codiacées, avec la participation assez massive de plaques d'Echinides, de Rudistes, de Nérinées, de Crustacés, etc...

L'importance de Nodophthalmidium jurassicum dans les faciès "récifaux" du Jurassique supérieur du Jura avait été évoqué par CAROZZI (195) mais le commensalisme n'avait pas été observé avec l'Algue Pycnostroma.

La présence de rares Tintinnoïdiens au long de cette série récifale doit encore être signalée parallèlement à l'absence ou à la très grande rareté des autres éléments planctoniques : Globochaete, Crinoïdes pélagiques...

Nous confirmons bien qu'il s'agit de faciès déposés en milieu marin franc, hors de toute influence continentale directe (fig.92). Il est évidemment difficile de fixer une profondeur pour ces dépôts qui ont pu se former vers la limite des zones infralittorale et circalittorale.

Nous ne pouvons qu'insister sur le fait qu'ils paraissent plus profonds que les habituels faciès à Polypiers, Dasycladacées, Trocholines, Ophthalmidiidae, Miliolidae, déposés sur les plateformes littorales.

Notons, cependant, que pour certains auteurs - P.E.CLOUD (115) - les Stromatolithes ne dépassent pas une profondeur de 30 m en mer et réclament une eau peu agitée avec une certaine circulation, tandis que pour d'autres - Y.DEHORNE (120) - les Hydrozoaires, associés ici à ces Algues, demandent des eaux peu profondes et agitées.

Envisager, pour ces bancs en haute mer, une position comparable à celle des bancs actuels des Bahamas ou d'un élément de la grande barrière australienne peut être une hypothèse à suivre.

J'ai essayé de voir, en volume, le phénomène "récifal" du Zaghouan et tenté de situer les groupements d'organismes constructeurs (cf. fig.84).

Les organismes visibles à l'oeil nu : Hydrozoaires (Ellipsactinia), Rudistes, Nérinées, Lamellibranches (Huîtres plissées) et Algues, apparaissent en concentration discontinue (lentilles) dans les bancs. Ils sont particulièrement visibles sur les surfaces non horizontales qui favorisent le décapage des fossiles qui apparaissent, alors, en relief sur les dalles. A la surface des bancs plus ou moins horizontaux, ils paraissent avoir été détruits par l'érosion (surfaces tourmentées).

Leur concentration est particulièrement importante au Petit Zaghouan (face nord ouest et nord), avec surtout des Rudistes, à la Nymphée avec des Hydrozoaires et des Rudistes, au Poste Optique (piste et partie est) avec des Hydrozoaires et des Rudistes, près du sommet 1024 m, et au Kef el Orma.

On se rappelle que G.CASTANY liait les faciès "récifaux" du Jurassique supérieur à l'existence de cordillères sous-marines isolées les unes des autres (42).

Pour ma part, je préfère envisager l'existence d'un vaste trottoir continu (banc biostrome") (*) situé à l'Est d'une ligne Ressas-Zaghouan, englobant la partie est du Zaghouan, le Djebel Sidi Salem et Mecella, le Djebel Ressas et Hammam Zriba.

A Hammam Jedidi, à Bou Gabrine (Zaghouan), au Staa (Zaghouan), nous sommes, déjà, sur les bordures du trottoir et nous avons vu que des bancs à faciès pélagiques sont intercalés entre des passées à affinités périrécifales.

Notons que ce trottoir, de forme grossièrement ovale, dont le grand axe coïncide avec une ligne Djebel Ressas-Mdeker, est décalé par rapport à l'axe des Chaînons jurassiques (cf. Pl.9).

Le faciès du Tithonique, observé à Hammam Zriba, correspond à des conditions un peu particulières : c'est une algueraie marine très littorale, avec tendance au confinement et annonçant l'émersion suivie d'une lacune qui s'étend du Berriasien au Campanien inférieur.

(*) La très grande complexité tectonique des Massifs jurassiques empêche de se faire une idée exacte de la géométrie et des pentes sédimentaires de ce "récif".

On peut supposer que cette algueraie se trouvait en position de "lagon" dans la partie centrale du banc biostrome.

- Passage au Crétacé -

L'existence de la plate-forme "récifale" définie plus haut, conditionne le mode de passage au Crétacé :

- le passage est continu, sous faciès pélagique, dans les zones profondes, par exemple au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, au Djebel Zaress, dans les forages CB.1 et CB.7, avec présence de Berriasien,

- le passage est discontinu, avec lacune du Berriasien et du Valanginien en bordure de la plate-forme, par exemple dans le massif du Zaghouan et le Djebel Mecella,

- une lacune importante existe au centre de la plate-forme avec, à Hammam Zriba, la discordance du Campanien supérieur sur le Tithonique.

B - AXE NORD-SUD - (cf. fig.82) -

La dolomitisation poussée des séries inférieures du Jurassique ("Dolomies du Nara") rend difficile toute stratigraphie de détail, donc toute hypothèse sur les discordances, lacunes, transgressions et sur les milieux de dépôt. Nous avons vu, cependant, que certains niveaux préservés de la recristallisation nous avaient permis de reconnaître, ponctuellement, le Sinémurien - Pliensbachien, le Toarcien, le Bajocien - Bathonien et le Callovo-Oxfordien.

La présence d'oolithes estompées dans le Lias, le Bajocien - Bathonien et l'Oxfordien supérieur au Djebel Nara Nord, au Chaabet el Attaris, au Touila etc... montre que le niveau d'énergie était plus grand dans l'Axe Nord-Sud que dans les Chaînons jurassiques. On constate, de plus, que les séries du Toarcien au Callovo-Oxfordien sont condensées dans la Chaîne Nara-Kralif. On a vu, en particulier, que le Toarcien et le Bajocien sont représentés par des poches de calcaires à oolithes ferrugineuses renfermant des Ammonites et intercalées entre des niveaux dolomitiques. Le caractère littoral et discontinu de la sédimentation jurassique est ainsi établi dans l'Axe Nord-Sud.

Aux "dolomies du Nara" succèdent les "argiles de Sidi Kralif" au sein desquelles se situe la limite du Tithonique et du Berriasien : le passage du Jurassique au Crétacé est donc continu, sous faciès uniforme, de caractère pélagique (à Tintinnoïdiens et macrofaune pyriteuse), dans l'Axe Nord-Sud.

On notera, cependant, que des intercalations silteuses, inconnues dans la plus grande partie de l'Axe Nord-Sud, ont été observées au Djebel Rhéouis et se développeront fortement, sous forme de grès, vers le S-SW, à l'intérieur du Berriasien, dans le sondage Souinia n°1.

Ceci annonce les faciès gréseux et continentaux du Crétacé inférieur connus plus au Sud (voir paragraphe suivant).

C - TUNISIE CENTRALE, CHOTT FEDJEDJ, SAHEL MERIDIONAL (cf. fig.83) -

Nous retrouvons, dans les forages CF.1 et ZB.1, la série calcaréo-dolomitique à Algues du Lias inférieur et moyen, au faciès remarquablement constant, déjà rencontré dans les Chaînons jurassiques et l'Axe Nord-Sud et correspondant à un platier à Algues.

Au Nord et au Sud du Chott, les faciès présentent certaines similitudes (SO.1 en Tunisie Centrale et Bir Soltane, BS.1, sur la Plate-forme saharienne, ce dernier forage faisant la transition avec les faciès de l'extrême Sud).

Le Bajocien paraît transgressif et discordant sur le Lias moyen (Pliensbachien inférieur) à CF.1, ZB.1 et SO.1. Il y aurait donc lacune du Domérien, du Toarcien et de l'Aalénien dans la région des Chotts et en Tunisie centrale.

Un bassin intracratonique subsident était axé, durant une période allant du Bajocien à l'Oxfordien, sur la zone du Chott Fedjedj (CF.1 - CF.2 - ZB.1) et s'étendait sur le Sahel méridional (ABK.1). La limite sud de ce bassin devrait se situer entre CF.1-2 et Melab n°1 (MA.1) où toute la série jurassique est érodée (seuil des Matmata).

Vers le Nord-Ouest, la limite du bassin passait entre ZB.1 et SO.1.

Dans le Sahel septentrional, nous pensons que cette limite était située entre ABK.1 et KT.2 et au Sud du Cap Bon.

Les séries du Malm supérieur sont fortement subsidentes dans le bassin des Chotts. Le bassin a une forme semblable à celle qu'il présentait au Dogger, mais la subsidence a gagné vers le Nord-Ouest; au Malm, SO.1 est, à son tour, dans la fosse.

ABK.1 voit, en revanche, la subsidence ralentir dans les séries du Malm, tandis que la remontée du bassin est toujours aussi brutale vers le Sud en direction de la plate-forme saharienne.

Les faciès montrent qu'il s'agit de sédiments déposés sous des conditions littorales ou pénésalines de bassin non franchement ouvert aux influences océaniques. Les apports détritiques continentaux, provenant probablement du seuil des Matmata et de la Djeffara, sont en revanche importants.

Passage au Crétacé : alors que dans les Chaînons jurassiques (sauf le trottoir "récifal"), l'Axe Nord-Sud et la Tunisie centrale (SO.1), le passage du Jurassique au Crétacé se fait insensiblement en milieu marin pélagique ("argiles de Sidi Kralif" en Tunisie Centrale et dans l'Axe Nord-Sud) (*), puis évolue progressivement du néritique au subcontinental ("Grès de Boudinar" de la Tunisie Centrale), dans la région des Chotts (CF.1, CF.2, ZB.1), dans le Sahel Sud et le Sud tunisien, les faciès évoluent brutalement vers des faciès détritiques laguno-lacustres (respectivement, "zone de passage Jurassique - Crétacé", "Purbecko-Wealdien" et "Continental intercalaire") sans qu'on puisse dire s'il y a ou non lacune de sédimentation, devant la difficulté de datation des séries gréseuses superposées.

2 - /PROBLEME DE LA DOLOMITISATION DES SERIES LIASIQUES/ -

Dans les séries du Lias tunisien, il semble s'agir d'une dolomitisation pénécontemporaine de la sédimentation. Comme le fait remarquer A.CAROZZI : "les mers chaudes, peu profondes et à forte salinité ainsi que les milieux à intense prolifération d'Algues réalisent les conditions les plus favorables au développement de la dolomitisation..." (112).

Le platier à Algues du Lias inférieur et moyen de Tunisie correspond parfaitement aux conditions de milieu décrites par CAROZZI.

Comme autres facteurs favorables à la dolomitisation, on peut citer l'existence de ruptures d'équilibre du fond de la mer après les gauchissements tectoniques et le caractère régressif des séries (B.GEZE) (139).

(*) Nous avons vu plus haut, que L.MEMMI, se basant sur l'étude des Ammonites, considère, cependant, qu'il y a lacune du Berriasien inférieur dans certains points de l'Axe Nord-Sud (Chaabet el Attaris) et envisage une transgression du Berriasien dans le sens N-S.

On a vu qu'une telle instabilité s'est manifestée, en Tunisie, dans les Chaînons jurassiques et l'Axe Nord-Sud. Enfin, on sait que les dolomies pénécontemporaines existant sur le plateau continental ont tendance à disparaître en s'éloignant des côtes (cf. variations de faciès Est-Ouest Zaghouan - Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs). En examinant la répartition des faciès du Lias, en Tunisie on ne peut qu'être frappé par le fait suivant : la dolomitisation des calcaires du Lias est particulièrement forte sur les axes hauts et les paléostructures reconnues : Axe des Chaînons jurassiques (où le toit des dolomies est assez variables, il est vrai), Axe Nord-Sud, structure d'Hammam Jedidi.

3 - /COMMENTAIRES SUR LES CARTES PALEOGEOGRAPHIQUES/ -

Les esquisses paléogéographiques suivantes ont été dessinées :

- Lias inférieur et moyen (fig.85 - 86),
- Dogger à Callovo-Oxfordien inférieur (fig.87),
- Oxfordien supérieur (fig.88),
- Kimméridgien - Tithonique inférieur (fig.89),
- Tithonique supérieur (fig.90).

- Lias inférieur et moyen (fig.85 - 86) -

J'ai distingué, du Nord au Sud :

. un faciès pélagique correspondant à la zone du "Sillon tunisien". Le seul point connu à l'affleurement est le Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, ce qui situe notre ignorance sur la paléogéographie de cette zone.

. un faciès littoral à rares incursions pélagiques, reconnu aux Djebels Raouas, Bene Klab et Aziz.

. un faciès littoral correspondant à un très vaste platier à Algues qui couvre, éventuellement, toute la Tunisie du Nord Ouest (?), la zone centrale et le Sahel.

En Algérie du Nord Est, des faciès de ce type ont été reconnus à l'état de brèches dans le massif du Cap de Fer et du Filfila près de Philippeville - P.DELEAU - 1938 (121) et J.HILLY - 1957 (144) et dans les monts de la Haute Medjerda.- Bassin du Nador - N'Bails, Souk Ahras - L.DAVID - 1956 (119).

. Un faciès pénésalin correspondant à des conditions de bassins semi-fermés avec accumulation d'évaporites, dans le Sud tunisien.

Une zone de transition entre ces deux derniers faciès est connue, au Sud du seuil des Matmata et de la Djeffara (zone émergée ou érodée), dans le forage de Bir Soltane (BS.1), où ont été trouvées des Algues du Lias et au pied de la falaise du Dahar au Nord de Rhoumrassène.

- Dogger à Callovo-Oxfordien inférieur (fig.87) -

Les faciès pélagiques ont gagné vers le Sud et l'Est et intéressent la zone des Chaînons jurassiques, le Cap Bon, la Tunisie Centrale jusqu'au Sud du sondage Souinia n°1. Notons, cependant, que le caractère pélagique de la série et la subsidence semblent croître en direction du "Sillon tunisien".

L'axe Nord-Sud, en revanche, présente, pendant cette période, des faciès néritiques avec condensation des termes.

Le bassin des Chotts et la partie sud du Sahel montrent, quant à eux, des faciès pélagiques mais avec apports terrigènes très nets (présence de matériaux gréseux dans toute la série) ; ces séries sont fortement subsidentes. Le Sud tunisien possède, enfin, des faciès laguno-lacustres à Ostracodes et Oogones de Characées.

Les influences marines pélagiques sont encore sensibles dans la région de BS.1, forage dans lequel j'ai trouvé quelques niveaux à "filaments".

- Oxfordien supérieur (fig.88) -

Dans le "Sillon tunisien" et au Cap Bon, il est représenté par un faciès pélagique de marnes rouges tachetées à Radiolaires.

Dans les Massifs jurassiques, ce sous-étage correspond à des calcaires noduleux à faciès "ammonitico-rosso" avec "Protoglobigérines". Ce faciès a été retrouvé, en Tunisie Centrale, dans le forage de Souinia n°1, et à l'extrémité septentrionale de l'Axe Nord-Sud, au Djebel Haouareb.

Dans la partie méridionale de la Chaîne Nara - Kralif, l'Oxfordien supérieur est très probablement inclus dans la série dolomitique compréhensive de la formation Nara (Dolomies supérieures) : en effet, les microfaciès caractéristiques de l'Oxfordien supérieur ont été trouvés, nous l'avons vu, de façon ponctuelle au Djebel Chaabet el Attaris et au Djebel Nara (Dolomies supérieures). Il doit en être de même à KT.2, au Sahel.

Dans le bassin des Chotts - Sahel sud, l'Oxfordien supérieur présente un faciès infranéritique à néritique subsident.

Enfin, dans le Sud tunisien, nous rencontrons un faciès très littoral, peu épais, devenant pénésalin au Sud.

- Kimméridgien - Tithonique inférieur (fig.89) -

Si dans la zone du "Sillon tunisien", le Cap Bon, la Tunisie centrale et une partie des Chaînons jurassiques prédominent les faciès pélagiques, en revanche, dans une zone limitée comprise entre le Resas et le Mdeker dans le sens Nord-Sud, le Zaghouan et Hammam Jedidi dans le sens Est-Ouest apparaissent des faciès "récifaux" originaux à Coelentérés Hydrozoaires, Rudistes et Algues concrétionnées (cf. Pl.9 et fig.91).

Entre les deux zones dont je viens de parler, s'intercalent des faciès mixtes connus dans la partie ouest du Zaghouan, à Hammam Jedidi et au Mdeker.

La région de l'Axe Nord-Sud présente toujours des séries dolomitiques tandis que le bassin des Chotts montre un faciès littoral subsident de calcaires graveleux à Pseudocyclammines et Algues, accompagnés de matériaux détritiques et d'évaporites (bassin semi-fermé avec apports terrigènes). Les séries sont dolomitisées sur l'Axe ABK.1 - ZB.1. Au Sud du seuil des Matmata, la sédimentation est toujours très littorale à pénésaline et la subsidence nulle.

- Tithonique supérieur (fig.90) -

Si le trottoir "récifal" décrit plus haut subsiste au Tithonique supérieur, les faciès pélagiques, en revanche, ont gagné vers l'Est en Tunisie Centrale et envahi l'Axe Nord-Sud où la sédimentation argileuse est accompagnée d'Ammonites pyriteuses et de Tintinnoïdiens.

Dans le bassin des Chotts, la sédimentation littorale se poursuit, avec apparition de calcaires graveleux, oolithiques et gréseux, à CF.1 et CF.2, tandis que les séries sont toujours dolomitiques à ABK.1 et ZB.1.

4 - /DISCORDANCES ET LACUNES POSSIBLES DANS LE JURASSIQUE DE TUNISIE/ -

La fig.93 résume les discordances et lacunes possibles dans le Jurassique de Tunisie.

Je vais rapidement les énumérer :

A - CHAINONS JURASSIQUES ET CAP BON -

- Lias -

La partie supérieure du Domérien semble absente au Djebel Staa (Zaghouan), au Bent Saïdane, au Djebel Zaress et dans les forages CB.1 et CB.7, avec, généralement, présence d'un "hard-ground".

Le Toarcien inférieur manque dans le massif du Zaghouan (Djebel Staa et Kel el Orma - flanc est) et au Djebel Zaress ; le Toarcien et l'Aalénien sont absents à CB.1.

- Dogger -

Le Bajocien paraît absent au Djebel Staa, dans la coupe de la cote 633 et dans la coupe de la base du Grand Pic (où le Bathonien paraît également manquer).

Des conglomérats, avec galets exclusifs de Sinémurien - Pliensbachien inférieur et de Domérien, sont à signaler au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, dans le Bathonien. Ils correspondent, pour nous, à l'érosion sous-marine d'une chaîne liasique.

Le Callovo-Oxfordien inférieur manque à CB.1.

- Malm -

On constate une érosion légère, au contact Oxfordien supérieur/Callovo-Oxfordien inférieur, au Djebel Staa (Zaghouan) et au Djebel Ressas.

- Crétacé -

Il y a érosion ou lacune du Berriasien et du Valanginien au Zaghouan et aux Djebels Sidi Salem et Mecella.

On observe une lacune de tout le Crétacé inférieur et d'une grande partie du Crétacé supérieur à Hammam Zriba.

B - AFFLEUREMENTS A L'OUEST DES CHAINONS -

Le Bajocien et une partie du Bathonien manquent, peut-être, au Djebel Oust, mais il est difficile de se prononcer car il existe toujours des failles au niveau de ces étages.

Il en est de même au Djebel Aziz et au Bou Kornine de Pont du Fahs où il existe une zone couverte entre l'Aalénien et le Bathonien.

Au Djebel Raouas, le Domérien et le Bathonien - Callovo-Oxfordien inférieur sont en contact par faille.

Nous sommes, donc, dans l'incertitude complète en ce qui concerne la présence du Bajocien - Bathonien inférieur, pour tous les affleurements situés à l'Ouest des Chaînons.

C - AFFLEUREMENTS A L'EST DES CHAINONS -

A Hammam Jedidi, la séquence lithologique qui s'étend du Toarcien à l'Oxfordien inférieur correspond à une zone de mauvaise visibilité compliquée d'accidents tectoniques.

A Hammam Zriba, il y a lacune du Crétacé inférieur et du Crétacé supérieur pro parte, le Campanien supérieur reposant, sans discordance angulaire visible, sur le Tithonique.

D - AXE NORD-SUD -

Les séries jurassiques étant fortement dolomitisées dans l'Axe Nord-Sud, nous en sommes réduits à émettre des hypothèses au sujet des lacunes éventuelles. Les séries semblent condensées mais complètes puisqu'à la faveur de zones moins dolomitiques nous avons reconnu, ponctuellement, à peu près tous les étages du Jurassique.

E - FORAGES DU CHOTT FEDJEDJ -

Je constate la lacune probable, à CF.1 et ZB.1, du Domérien, du Toarcien et de l'Aalénien.

F - SONDAGE DE SOUINIA n°1 (Tunisie Centrale) -

Il y a lacune probable, également à SO.1, du Domérien, du Toarcien et de l'Aalénien.

/ SEPTIEME PARTIE /

CONCLUSIONS GENERALES

/ELEMENTS NOUVEAUX APPORTES A LA STRATIGRAPHIE DU JURASSIQUE DE TUNISIE/ -

D'un point de vue général, en ce qui concerne les affleurements, l'estimation des épaisseurs a été rendue plus exacte par l'exécution de coupes topogéologiques tandis qu'une lithologie détaillée a pu être établie.

Les séries jurassiques rencontrées en forage, au Cap Bon, au Sahel, en Tunisie centrale et dans le bassin des Chotts, ont fait, par ailleurs, l'objet d'une analyse.

La microfaune et la microflore ont été décrites, pour la première fois, en détail et des microfaciès caractéristiques ont pu être calés sur des zones paléontologiquement bien datées (Ammonites déjà reconnues ou nouvelles récoltes).

Des corrélations lithostratigraphiques et chronostratigraphiques ont été établies entre les différentes sections de terrain et/ou de sondages.

Des reconstitutions paléogéographiques et sur les milieux de dépôts, appuyées sur l'interprétation des microfaciès et celle des analyses géochimiques, ont été tentées, pour les différents étages.

Les précisions que j'ai pu apporter et les faits nouveaux que j'ai pu mettre en évidence au cours de cette étude sont les suivants, en montant dans l'échelle stratigraphique :

. les relations entre le Trias et le Lias ont été mises en lumière et les limites entre ces deux systèmes précisées.

. L'Hettangien a été reconnu au Djebel Ressas, dans le sondage Cap Bon n°1 et à Ghardimahou.

. L'étude géochimique (analyse du bore dans les sédiments) a montré le caractère légèrement confiné des platiers carbonatés à Algues du Lias inférieur et moyen s'opposant au caractère de mer ouverte du reste de la série jurassique. Les mesures diffractométriques ont montré, par ailleurs, la grande pureté de ces carbonates (99,9 %).

. La série dolomitique inférieure du Djebel Nara (Axe Nord-Sud) a pu être datée du Lias inférieur et moyen (Sinémurien - Pliensbachien) : jusqu'ici cette série dolomitisée était présumée liasique sans aucune certitude.

. Dans la Tunisie du NE, il y a passage progressif entre le Pliensbachien et l'Aalénien, d'un milieu "plate-forme" à un milieu "bassin siliceux" à Radiolaires, de sorte que l'ensemble du Jurassique apparaît comme une "mégaséquence positive" (cf. A.LOMBARD - les Séries Marines).

. La lacune du Toarcien inférieur, que G.CASTANY estimait générale dans tous les Chaînons, a été reconnue dans le massif du Zaghouan et au Djebel Zaress ; ce sous-étage est présent, en revanche, au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif.

. Au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif toute la crête nord du massif attribuée par G.CASTANY au Lias moyen appartient, en fait, au Toarcien supérieur, Bajocien et Bathonien inférieur.

. Le conglomérat principal du Bou Kornine est d'âge bathonien. Il est granoclassé. Son ciment est de nature pélagique tandis que ses galets sont exclusivement des éléments bioclastiques remaniés du Lias inférieur et moyen.

. Dans l'Axe Nord-Sud, la présence du Toarcien et du Bajocien a été établie aux deux extrémités de la Chaîne (Djebel Touila et Djebel Faïd), tandis qu'était démontré le caractère discontinu et littoral de la sédimentation au niveau de ces étages.

. Le Callovo-Oxfordien inférieur et l'Oxfordien supérieur ont été reconnus dans l'Axe Nord-Sud, au Djebel Haouareb et au Djebel Chaabet el Attaris (Ammonites et microfaciès). Au Sif el Haouareb le faciès de l'Oxfordien supérieur est du type "ammonitico rosso".

. Dans les Chaînons jurassiques, la continuité sédimentaire de la série a pu être mise en évidence au niveau du Dogger : on se rappelle que G.CASTANY envisageait l'existence d'une lacune généralisée du Bathonien due à une érosion ante-callovienne. J'apporte la preuve de l'existence du Bathonien dans les principaux massifs jurassiques : Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, Djebel Zaghouan, Djebel Bent Saïdane, Djebel Zaress.

De plus, l'étude des microfaciès indique que le caractère pélagique de la sédimentation est uniforme dans les Chaînons, depuis le Toarcien jusqu'au Callovo-Oxfordien inférieur (mis à part le Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif).

. J'ai montré le caractère légèrement revinant de la base de l'Oxfordien supérieur au Djebel Staa (Zaghouan) et au Djebel Ressas où il remanie des blocs de Callovo-Oxfordien inférieur.

. Du Jurassique a été trouvé, pour la première fois, dans la région d'Oued Zarga (Callovo-Oxfordien inférieur, Kimméridgien et Tithonique).

. J'ai caractérisé différents étages du Jurassique à Hammam Jedidi (Domérien, Callovo-Oxfordien, Berriasien) et au Djebel Mdeker (Oxfordien supérieur, Kimméridgien, Tithonique).

. Le faciès "récifal" rencontré dans certains massifs (Djebel Zaghouan, Ressas, etc...) débute dès le Kimméridgien.

. Dans le Zaghouan, le passage latéral de faciès : Tithonique "récifal" - Tithonique pélagique profond est moins rapide que ne le pensait G.CASTANY. J'ai pu suivre, pas à pas, cette variation de faciès.

Dans le Djebel Staa qualifié de "profond" par cet auteur, j'ai retrouvé des influences périrécifales très nettes.

. Les séries du Lias supérieur, du Dogger et du Malm inférieur sont plus subsidentes, au Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif, qu'elles ne le sont dans les autres Chaînons jurassiques. Cette subsidence et l'existence, au Bathonien, de deux conglomérats particuliers à ce massif, témoignent d'une mobilité du fond de la mer restreinte à cette région.

. Les mesures de cristallinité de l'illite effectuées sur différents échantillons du Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs, du Djebel Haïrech et du Djebel Ichkeul ont permis de démontrer que ces trois massifs étaient affectés d'un métamorphisme d'anchi ou d'épizone.

. L'étude des affleurements situés à l'Ouest des Chaînons jurassiques, nous a conduit à envisager l'existence d'importantes variations de faciès affectant les séries du Jurassique dans le sens SE-NW et ceci dès le Lias moyen.

. Il semble que le "Sillon tunisien", bassin de subsidence couvrant toute la Tunisie du Nord Ouest et précédemment mis en évidence pour le Crétacé, ait commencé, en fait, à fonctionner au moins depuis le Lias moyen.

Les séries jurassiques semblent, en effet, présenter, dans ce secteur, des variations calquées sur celles du Crétacé et paraissent évoluer, depuis le Lias, vers le type pélagique généralisé, en direction du bassin nord-ouest.

. Le mécanisme de dolomitisation du Jurassique de l'Axe Nord-Sud a été analysé.

. L'étude des forages du Chott Fedjedj, du Sahel méridional et de l'Ile de Djerba ont montré l'existence d'un bassin jurassique subsident intracratonique, aux faciès bien particuliers qui font transition avec les séries du Sud tunisien.

. Les relations entre le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de Tunisie ont pu être précisées,

. Enfin, le Jurassique de Tunisie a pu être comparé à celui des régions voisines : Libye, Sicile et Algérie (Lithologie, microfaciès, microfaune).

Au terme de ces études sur les séries jurassiques de Tunisie, je dois conclure en constatant que, si j'ai apporté quelques lumières supplémentaires à la connaissance de ce système, de grandes incertitudes demeurent : j'ai l'espoir que de nouveaux forages pétroliers ou miniers implantés dans les zones inexplorées au Jurassique, en Tunisie septentrionale et centrale, au Sahel septentrional, etc... et de nouveaux travaux de terrain et de laboratoire feront progresser mes hypothèses souvent bien fragiles et donneront à mes reconstitutions paléogéographiques une rigueur plus scientifique!...

/ BIBLIOGRAPHIE /

I - / TUNISIE / -

1 - AUBERT, F. (1892) - Carte géologique provisoire de la Régence de Tunis au 1/800 000 - Paris.

2 - AUBERT, F. (1892) - Explication de la carte géologique provisoire de la Tunisie - Paris, H.Barrière édit.

3 - ARNOULD SAGET, S. (1951) - Les Ammonites pyriteuses du Tithonique supérieur et du Berriasien de Tunisie centrale - Annales des Mines et de la Géologie n°10 - Tunis.

4 - BAJANIK, S. et SALAJ, J. (1970) - Données nouvelles sur la zone de cicatrice de la région d'Oued Zarga (Tunisie septentrionale) - Note Service Geol. Tunisie n°32, pp.3-23.

5 - BALTZER, A. (1893) - Beiträge zur Kenntniss des tunisischen Atlas. Neues jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie, II, Stuttgart, pp.26-41.

6 - BALTZER, A. (1895) - Versteinerungen aus dem tunisischen Atlas. Neues jahrbuch für Miner, I, Stuttgart, pp.105-107.

7 - BERTHON, L. (1916) - Excursion de l'Institut de Carthage à Zaghouan - Hammam Zriba, le 12 Juin 1916 - Revue tunisienne - Tunis.

8 - BIELY, A. (1969) - Bajocien sous lithofaciès "ammonitico rosso" au Djebel Zaghouan - Notes Service Geol. Tunisie n°30, pp.11-16.

9 - BIELY, A. et RAKUS, M. (1969) - Sur l'âge de la base de "l'ammonitico-rosso" dans la Dorsale tunisienne - Note Service Geol. Tunisie, n°31, pp.37-39.

10 - BISMUTH, H., BONNEFOUS, J.,et DUFAURE, Ph. (1967) - Mesozoic microfacies of Tunisia - Guidebook to the Geology and History of Tunisia - Petroleum Exploration Society of Libya ; Ninth annual field conference, pp.159-214.

11 - BOLZE, J. (1954) - Age des séries schisteuses et dolomitiques de l'Ichkeul et de l'Hairech (Tunisie septentrionale) - C.R. Ac. Sc. Paris - t.238 - pp.2008-2010.

12 - BOLZE, J., BUROLLET, P.F. et CASTANY, G. (1952) - Le Sillon tunisien. XIXè Congr. Géol. Intern. Alger, Monogr. région., 2è série n°5.

13 - BOLZE, J. et SIGAL, V. (1964) - Précision sur la stratigraphie et les Foraminifères entre Zaghouan et le Ressas (Tunisie orientale). C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., Fasc.1, pp.31-32.

14 - BONNEFOUS, J. (1967) - Jurassic Stratigraphy of Tunisia : a tentative synthesis. Guidebook to the Geology and History of Tunisia - Petroleum Exploration Society of Libya ; Ninth annual field conférence - pp.109-130.

15 - BONNEFOUS, J. et MASSIN, J.M. (1964) - Etude géologique des Massifs jurassiques de la Tunisie du Nord Est et du Centre - Rapport interne S.E.R.E.P.T.

16 - BONNEFOUS, J. et RAKUS, M. (1965) - Précisions nouvelles sur le Jurassique du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif (Tunisie) - Bull. Soc. Géol. Fr. (7), 7, pp.855-859.

17 - BONNEFOUS, J., KCHOUK, F., MACOIN, P., PINI, S. et RAKUS, M. (1966) - Découverte de Jurassique supérieur en contact anormal sur un Trias salifère au Djebel Amar (Tunisie septentrionale) - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr. 1966, 9, 337.

18 - BONNEFOUS, J. et KUBLER, B. (1968) - Etudes stratigraphiques et géochimiques d'échantillons de terrain jurassiques de Tunisie (Région Nord Est) - Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., 2, 2, pp.283-319.

19 - BOUREAU, E. et LAPPARENT, A.F. (de) (1951) - Découverte de structures de Weichselia reticulata STOKES et WEBB; : Paradoxopteris stromeri HIRMER, dans le Jurassique du Sud de la Tunisie - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr. n°7, pp.107-109.

20 - BREISTROFFER, M. (1937) - Sur un remarquable gisement à fossiles pyriteux du Tithonique supérieur de Tunisie - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr. n°1, pp.18-20.

21 - BUCHANAN, G.S. and SCHWAB, R.F. (1966) - Middle Jurassic trough of central Tunisia. 51st Ann. AAPG and 40th Ann. SEPM Mtg - Resumé in Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., Vol.50, no.3 pt.1, p.606.

22 - BUROLLET, P.F. (1956) - Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale - Annales des Mines et de la Géologie n°18 - Tunis.

23 - BUROLLET, P.F. (1963) - Trias de Tunisie et Libye, relations avec le Trias européen et saharien - Colloque sur le Trias de la France - Mem. B.R.G.M., n°15, pp.482-494 - Paris.

24 - BUSSON, G. (1961) - Sur la stratigraphie des séries triasique et jurassique du Sahara tunisien entre la latitude de Foum Tatahouine et celle de Médenine - C.R. Ac. Sc. Paris, t.253, pp.3008-3010.

25 - BUSSON, G. (1962) - Sur les discordances et les phases de plissement d'âge secondaire au Sahara tunisien - C.R. Ac. Sc. Paris, t.254, pp.325-327.

26 - BUSSON, G. (1965) - Introduction stratigraphique sur les gisements fossilifères du Jurassique moyen et supérieur du Sahara tunisien. Annales de Paléontologie (Invertébrés), t.LI, fasc.1, pp.27-42.

27 - BUSSON, G. (1965) - Sur les gisements fossilifères du Jurassique moyen et supérieur du Sahara tunisien - Annales de Paléontologie, t.LI, fasc.1, pp.29-42.

28 - BUSSON, G. (1967) - Le Mésozoïque saharien. Première partie. L'extrême sud tunisien - Edit. Centre National Recherche Scientifique - Paris.

29 - BUSSON, G. (1967) - Mesozoic of Southern Tunisia - Guidebook to the Geology and History of Tunisia - Petroleum Exploration Society of Libya - Ninth annual field conférence, pp.131-151.

30 - BUSSON, G. (1968) - Le Trias gréseux du Nord Est de la plateforme saharienne (Algérie et Tunisie) à la lumière des données de sondages et de l'étude des affleurements - C.R. Ac. Sc. Paris, t.267, pp.2095-2098.

31 - BUSSON, G. (1969) - Le salifère principal (Trias supérieur et Lias p.p.) du Sahara algéro-tunisien - C.R. Ac. Sc. Paris, t.268, pp.251-254.

32 - BUSSON, G. et FREINEX, S. (1963) - Sur les faunes de bivalves du Jurassique moyen et supérieur du Sahara tunisien - C.R. Ac. Sc. Paris, t.257, pp.1631-1633.

33 - CANAVARI, M. (1886) - Ellipsactinia di Monte Giano del Goran Sasso del Gargana di Gebel Ensass in Tunisia - Atti. del. Soc. Tosc. Sc. Nat., Procès-verbal, p.67.

34 - CANAVARI, M. (1891-1893) - Idrozoi titoniani della regione mediterranee appartenenti alla famiglie delle Ellipsactinid - Mem. carta Geol. Italiana, vol.IV, pp.169-200.

35 - CASTANY, G. (1946) - Les terrains de la Chaîne des Djebels Nara et Touila (Tunisie centrale) - C.R. Ac. Sc. Paris, t.223, pp.684-686.

36 - CASTANY, G. (1949) - Présence d'un nouveau gisement de terrains jurassiques en Tunisie centrale - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., pp.212-213.

37 - CASTANY, G. (1950) - Sur la présence du Callovo-Divésien dans les massifs jurassiques du Sillon tunisien (Tunisie septentrionale) - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., p.256.

38 - CASTANY, G. (1951) - Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental - Annales des Mines et de la Géologie n°8 - Tunis.

39 - CASTANY, G. (1952) - Le Jurassique du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif - Bull. Soc. Sc. Nat. Tunisie, t.V, p.195-204.

40 - CASTANY, G. (1952-1953) - Carte géologique de la Tunisie au 1/500 000 (2ème édition) - Publ. Serv. Géol. Tunisie - 2 feuilles.

41 - CASTANY, G. (1953) - Carte géologique de la Tunisie au 1/500 000 (2ème édition) - Notice explicative.

42 - CASTANY, G. (1955) - Les extrusions jurassiques en Tunisie - Annales des Mines et de la Géologie n°14 - Tunis.

43 - CASTANY, G. (1956) - Essai de synthèse géologique du territoire Tunisie - Sicile - Annales des Mines et de la Géologie n°16 - Tunis.

44 - CASTANY, G., DOMERGUE, Ch., GOTTIS, Ch. et LAPPARENT, A.F. (de) - (1951) - Sur un gisement remarquable d'Invertébrés et de Vertébrés dans le Trias moyen de l'Extrême Sud tunisien - C.R. Ac. Sc. Paris, t.232, p.1500.

45 - CLARET, J., LIGNERIS, X. des, QUOIX, J. (1956) - Etude stratigraphique du Sud tunisien (suite) - Rapport géologique n°75, S.E.R.E.P.T. non publié.

46 - COLLIGNON, M. (1965) - Sur quelques Cephalopodes du Jurassique du Sahara tunisien - Annales de Paléontologie, t.LI, fasc.1, pp.45-48.

47 - COLOM, G., CASTANY, G. et DURAND DELGA, M. (1953) - Microfaunes pélagiques (Calpionelles, Fissurines) dans le Nord Est de la Berbérie. Bull. Soc. Géol. Fr., Paris (6), III, pp.517-537.

48 - CORTESE, E. et CANAVARI, M. (1884) - Nuovi appunti geologici nel Gargano - Bull. Com. Geol. Ital. XV, p.237.

49 - DOMERGUE et al. (1952) - Sud et extrême Sud tunisien - 19ème Congrès géologique international. Monographies régionales 2ème série - Tunisie n°7 - Alger.

50 - DOUVILLE, H. (1889) - Sur une série de fossiles jurassiques découverts par M.Aubert au Djebel Bou Kornine - Bull. Soc. Geol. Fr. (3), XVII, p.655.

51 - DOUVILLE, R. et JOURDY, H. (1905) - Le Jurassique du Sud tunisien - Bull. Soc. Geol. Fr., pp.567-568.

52 - DUBAR, G. (1953) - Gisements liasiques de la Dorsale tunisienne - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., pp.354-356.

53 - DUFAURE, Ph. (1966) - Confirmation et précisions des données nouvelles concernant le Mésozoïque du Sud tunisien (travaux de terrain G.BUSSON) - Rapport inédit C.F.P.

54 - DUMON, E. (1936) - Coupes du Djebel Sidi Kralif, Nara et Bou Gabrine - Rapport interne S.E.R.E.P.T.

55 - FICHEUR, E. et HAUG, E. (1896) - Sur les dômes liasiques du Zaghouan et du Bou Kornine (Tunisie) - C.R. Ac. Sc. Paris, t.122, pp.1354-1356.

56 - FLORIDA, S. et MASSIN, J.M. (1969) - Contribution à l'étude des extrusions jurassiques de la Tunisie septentrionale. Etude géologique et minière du secteur d'Hammam Djedidi - Bull. Soc. Géol. Fr., 7ème série, t.XI, pp.82-97.

57 - FUCHS, E. (1873) - Notes préliminaires sur les explorations faites en Mai-Juin et Juillet 1873 dans la partie septentrionale de la régence de Tunis. Rapport manuscrit conservé dans les archives de la Direction Générale des Travaux Publics de Tunisie.

58 - GENTIL, L. (1924) - Sur la structure de la Dorsale tunisienne et les grandes zones tectoniques de la Tunisie-- Bull. Soc. Géol. Fr. (4), XXIV, pp.213-232.

59 - GLACON, G. et ROUVIER, H. (1970) - Découverte de Jurassique dans les monts de la moyenne Medjerda (Tunisie septentrionale) - C.R. Ac. Sc. Paris, t.270, pp.3007-3009.

60 - GOTTIS, Ch. et SAINFELD, P. (1955) - Carte géologique de la Tunisie - Echelle 1/50 000 - Notice explicative de la feuille de Ghardimahou (feuille n°31).

61 - GUIRAND, P. (1970) - Etude stratigraphique et tectonique du Secondaire dans la bordure orientale des Massifs tunisiens. Thèse, Université Bordeaux.

62 - HAUG, E. (1897) - Sur quelques points théoriques de la géologie de la Tunisie - Assoc. Fr. Av. Sc. Congrés de St-Etienne, pp.366-376.

63 - JAUZEIN, A. (1957) - Carte géologique de la Tunisie - Echelle 1/50 000 - Notice explicative de la feuille de Bir M'Cherga (feuille n°28).

64 - JAUZEIN, A. (1962) - Contribution à l'étude géologique de la Tunisie septentrionale : les confins de la dorsale tunisienne (zone des dôme et des Sahels) - Thèse, Paris 2t.

65 - JOHAN, Z. et KRIVY, M. (1968) - Géologie de la structure anticlinale Djebel Messella - Sidi Salem - Note Service Géol. Tunisie n°26.

66 - JOHAN, Z. et KRIVY, M. (1969) - Carte géologique de la Tunisie - Echelle 1/50 000 - Notice explicative de la feuille de Bou Ficha (feuille n°36).

67 - KCHOUK, F. et PINI, S. (1964) - Lever géologique de la feuille au 50 000ème de l'Ariana. Esquisse tectonique - Rapport inédit du Service Géologique de Tunisie.

68 - KOBELT, W. (1885) - Reiseerinnerungen aus Algerien und Tunis. Beitrage Zum Bericht d. Senkenberg-naturforsch. Gesellschaft - Frankfurt aus Mein, p.220.

69 - LAPPARENT, A.F. (de)(1954) - Stratigraphie du Trias de la Jeffara (Extrême Sud tunisien et Tripolitaine) - C.R. XIXè Sess. Congr. Géol. Intern. Alger, vol.21, p.129.

70 - LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONAL (1960) - Volume IV - Afrique - Fasc.1 b, Algérie par M.DURAND-DELGA - Fasc.1 c, Tunisie par G.CASTANY, Centre National de la Recherche Scientifique..

71 - LYON, M., PAGEYRAL, M. et LABORDE, F. (1913) - Note sur les mines de Zinc et de Plomb du Djebel Ressas, Paris.

72 - MACOIN, P. (1963) - Etude géologique et micropaléontologique du Djebel Amar (Tunisie septentrionale) - Thèse 3ème cycle, Paris.

73 - MATHIEU, G. (1949) - Contribution à l'étude des Monts Troglodytes dans l'Extrême Sud tunisien ; géologie régionale des environs de Matmata-Médenine et Foum Tatahouine - Annales des Mines et de la Géologie n°4, Tunis.

74 - MEMMI, L. (1967) - Succession de faunes dans le Tithonique supérieur et le Berriasien du Djebel Nara (Tunisie Centrale) - Bull. Soc. Geol. Fr., 7, IX, pp.267-272.

75 - MEMMI, L. (1968) - Bibliographie géologique de la Tunisie n°4 - Publ. Service Géol. Tunisie - Tunis.

76 - MEMMI, L. (1968) - Bibliographie géologique de la Tunisie n°5 - Publ. Service Géol. Tunisie - Tunis.

77 - MEMMI, L. et BUROLLET, P.F. (1969) - Progrès réalisés dans nos connaissances de Géologie tunisienne - Note Service Géol. Tunisie n°30, pp.45-62.

78 - MENEGHINI, G. (1884) - Ellipsactiniae del Gargano e di Gebel Ersass in Tunisia - Atti. della Soc. Tosc. di Sc. Nat. Proc. Verbal IV, p.106.

79 - MESLE, G. (le) (1887) - Mission géologique, avril-mai-juin - In Exploration scientifique de la Tunisie, Paris, Imprimerie Nationale.

80 - MESLE, G. (le) (1888) - Sur le Jurassique du Zaghouan - Bull. Soc. Géol. Fr., 3ème série, t.17, p.63.

81 - MESLE, G. (le) (1890) - Note sur la Géologie de la Tunisie - Bull. Soc. Géol. Fr., 3ème série, t.18, pp.209-219.

82 - MESLE, G. (le) (1891) - Mission géologique, novembre-décembre-janvier-février, Ibid.

83 - MESLE, G. (le) (1891) - Sur le Jurassique de Tunisie - Bull. Soc. Géol. Fr. (3), XIX, p.140.

84 - NEUMAYR, M. (1885) - Die Geographische Verbreitung der juraformation. Denkschrift der K.Akademie der Wissenschaft. Math. Naturwissen. Klass. Vienne, Bd, 50, p.57.

85 - PERVINQUIERE, L. (1903) - Etude géologique de la Tunisie Centrale - Thèse, de Rudeval, édit., Paris.

86 - PERVINQUIERE, L. (1905) - Le Jurassique du Sud tunisien - Bull. Soc. Géol. Fr., 4, V, pp.568-569.

87 - PERVINQUIERE, L. (1907) - Découverte de fossiles dans le calcaire du Djebel Ressas (Tunisie) - Bull. Soc. Géol. Fr., 4ème série, t.6, p.481.

88 - PERVINQUIERE, L. (1907) - Etude de paléontologie tunisienne - Céphalopodes des terrains secondaires, de Rudeval, édit,, Paris.

89 - PERVINQUIERE, L. (1912) - Sur la géologie de l'Extrême Sud tunisien et de la Tripolitaine - Bull. Soc. Géol. Fr., 4, XII, pp.143-193.

90 - PINI, S. et SALAJ, J. (1969) - Découverte de Jurassique à l'Ouest de Medjez-el-Bab - Note Service Géol. Tunisie n°31, pp.25-35.

91 - POMEL, A. (1877) - Une mission scientifique en Tunisie en 1877 - Bull. Ec. sup. Sc. Alger, n°1.

92 - QUOIX, J., CLARET, J., DURIX, P. et PRESTAT, B. (1955) - Etude stratigraphique du Sud tunisien - Rapport géologique n°73, S.E.R.E.P.T., non publié.

93 - RAKUS, M. et BIELY, A. (1970) - Stratigraphie du Lias dans la Dorsale tunisienne - Note Service Géol. Tunisie n°32, pp.45-63.

94 - ROLLAND, G. (1885) - Sur la montagne et la grande faille du Zaghouan - C.R. Ac. Sc., Paris, T.CI, pp.1187-1190.

95 - ROLLAND, G. (1888) - Présentation d'une carte géologique du littoral nord de la Tunisie - Bull. Soc. Géol. Fr., 3ème série, 17, p.192.

96 - SAINFELD, P. (1952) - Les gîtes plombo-zincifères de Tunisie - Ann. Mines et Géol., n°9, Tunis.

97 - SALAJ, J. et STRANIK, Z. (1970) - Rhétien dans l'Atlas tunisien oriental - Note Service Géol. Tunisie n°32, pp.37-44.

98 - SCHOELLER, H. (1937) - Présence de Jurassique au SW de Kairouan, Tunisie - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., pp.156-157.

99 - SCHOELLER, H. (1939) - Notice explicative de la feuille hydrogéologique au 1/50 000 d'Hajeb el Aïoun, Direction T/P, Tunis.

100 - SOLIGNAC, M. (1923) - Sur la tectonique de la plaine de Mateur et ses abords - C.R. Ac. Sc. Paris, pp.909-912.

101 - SOLIGNAC, M. (1927) - Etude géologique de la Tunisie septentrionale - Thèse, Barlier édit., Tunis.

102 - SPATH, L.F. (1913) - On Jurassic Ammonites from Jebel Zaghouan (Tunisia) - Proceed. Geol. Soc. of London, vol.69, pp;540-580.

103 - STACHE, G. (1876) - Geologische Touren in der Regenschaft Tunis. Verhandlungen der K.K. Geol. Reichsanstalt Vienne, n°2, pp.34-38.

104 - STEFANI, C. (de) (1907) - Cenni geologici sul Djebel Aziz in Tunisia - Rendi conti della R.Accademia dei Lincei, vol.16, 5ème série, fasc.10, Rome, pp.857-864.

105 - TCHIHATCHEFF, P. (de) (1880) - Espagne, Algérie, Tunisie, Paris, p.499.

106 - TERMIER, P. (1908) - Notes de tectonique tunisienne et constantinoise - Bull. Soc. Géol. Fr. (4), VII, pp.102-123.

107 - THOMAS, Ph. (1909) - Essai d'une description géologique de la Tunisie - Paris, Imprimerie Nationale.

II - / DIVERS / -

108 - BASSOULET, J.P. (1968) - Le Lias du Djebel Hafid, sur la bordure nord ouest de l'Atlas saharien occidental (Algérie) - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., fasc.2, pp.45-46.

109 - BERTRANEU, J. (1952) - Le massif du Bou Taleb - Publ.XIXè Congr. Géol. Intern., Alger, Mon. reg. Algérie n°5.

110 - CAFLISCH, L. et SCHMIDT di FRIEDBERG, P. (1967) - L'évoluzione paleogeographica della Sicilia e sue relazioni con la tettonica e la naftogenesi - Memorie della Societa Geologica Italiana, vol.VI, pp.449-474.

111 - CALEMBERT, L. (1952) - Massif culminant de l'Ouarsenis - Publ. XIXè Congrès Géol. Intern. Alger. Mon. reg. Algérie n°2.

112 - CAROZZI, A. (1953) - Pétrographie des roches sédimentaires - F.Rouge édit., Lausanne.

113 - CAROZZI, A. (1960) - Microscopic sedimentary petrography - J.Wiley édit., New-York.

114 - CLASSIFICATION OF CARBONATE ROCKS - A SYMPOSIUM (1962) - Am. Ass. Petrol. Geol. Mem.1.

115 - CLOUD, P.E. (1942) - Note on Stromatolites - Am. Jour. Sci., Vol. 240, n°5, pp.363-379.

116 - COLO, G. (1961) - Contribution à l'étude du Jurassique du Moyen Atlas septentrional - Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, n°139.

117 - COLOM, G. (1957) - Sur les caractères de la sédimentation des géosynclinaux mésozoïques - Bull. Soc. Géol. Fr. 6, VII, pp.1167-1188.

118 - COLLOQUE INTERNATIONAL DU JURASSIQUE (1962) - Communication du Comité français de Stratigraphie - Résultats du Colloque international du Jurassique - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr. 9, pp.271-272.

119 - DAVID, L. (1956) - Etude géologique des Monts de la Haute Medjerda - Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, n.ser. - bull.n°11.

120 - DEHORNE, Y. (1920) - Les Stromatoporoïdes des terrains secondaires- Mém. Explic. Carte Géol Fr., p.170.

121 - DELEAU, P. (1938) - Etude géologique des régions de Jemmapes, Hammam Meskoutine et du Col des Oliviers - Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème série, n°14, 2 t.

122 - DELEAU, P. (1948) - Le Djebel Nador. Etudes stratigraphiques et paléontologiques - Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème série n°17.

123 - DELEAU, P. (1952) - Le pays constantinois - Publ. XIXè Congr. Géol. Intern., Algérie, Mon. reg. Algérie, n°13.

124 - DESIO, et al. (1960) - Il guirassico dei dintorni di Jefren in Tripolitania - Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafica, pp.65-118.

125 - DUBAR, G. et MAITRE, D. (le) (1935) - Etudes paléontologiques sur le Lias du Maroc. Spongiomorphidés et Algues - Note et Mémoires Service des Mines du Maroc n°34.

126 - DUNHAM, R.J. (1969) - Vadose pisolite in the Capitan Reef (Permian). New Mexico and Texas. Depositional environments in carbonate rocks. A symposium. Society of economic Paleontologists and Mineralogists Special publication n°14 - Tulsa - Oklahoma, pp.182-191.

127 - DURAND, J.G. (1963) - Remarques sur l'étage Oxfordien d'Arkell - Bulletin technique des Sociétés du groupe B.R.P. n°13, pp.1-9.

128 - DURAND DELGA, M. (1952) - Le Sud Ouest de la petite Kabylie - Publ. XIXè Congrès Géol. Intern. Alger, Mon. reg. Algérie, n°10.

129 - DURAND DELGA, M. (1955) - Etude géologique de l'Ouest de la Chaîne numidique - Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème série, n°24, 2 t.

130 - DURAND DELGA, M. (1960) - Le sillon géosynclinal du flysch Tithonique - Néocomien en Méditerranée occidentale - Rend. Acc. naz. Lincei., ser. VIII, vol. XXIX, fasc.6, pp.579-585.

131 - DURAND DELGA, M. et LAMBERT, A. (1955) - Existence d'un flysch schisto-gréseux Tithonique et Néocomien aux abords des massifs anciens Kabyles - C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., pp.200-203.

132 - DURAND DELGA, M., RAOULT, J.F. et VILA, J.M. (1967) - Situation en fenêtre du secondaire du Djebel Safia (Nord du constantinois, Algérie) - C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., fasc.3, pp.101-103.

133 - ELMI, S. et MOUTERDE, R. (1963) - Le passage Toarcien - Aalénien et l'âge des calcaires à Cancellophycus dans la région de Mâcon (Saône et Loire) - Bull. Soc. Géol. Fr., 7, V, pp.1063-1067.

134 - ENAY, R. (1962) - L'étage Tithonique. Colloque du Jurassique, Luxembourg. Volumes des comptes rendus et Mémoires, Imprimerie St-Paul, Luxembourg.

135 - ENAY, R. (1963) - La nomenclature stratigraphique du Jurassique terminal, ses problèmes et sa normalisation - Bulletin trimestriel du Département d'Informations géologiques du BRGM, n°59, pp.1-9.

136 - FLANDRIN, J. (1952) - La chaîne du Djurdjura - Publ. XIXè Congrès Géol. Intern., Alger, Mon. reg. Algérie, n°19.

137 - FRENEIX, S. (1965) - Les bivalves du Jurassiques moyen et supérieur du Sahara tunisien (Arcacea, Pteriacea, Pectinacea, Ostreacea, Mytilacea) - Annales de Paléontologie, t.LI, fasc.1, pp.51-65.

138 - GEHMAN, H.M. (1962) - Organic matter in limestones - Geoch. Cosmochim. Acta, 26, pp.885-898.

139 - GEZE, B. (1949) - La dolomitisation des calcaires de la Montagne Noire et des Causses - Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 84, pp.113-128.

140 - GLACON, J. (1952) - Les Monts du Hodna (partie orientale) - Publ. XIXè Congr. Géol. Intern., Alger, Mon. reg. Algérie, n°7.

141 - GLANGEAUD, L. (1952) - Histoire géologique de la province d'Alger - Publ. XIXè Congr. Géol. Intern., Alger, Mon. reg. Algérie, n°25.

142 - GRUBENMANN, V. (1904) - Die Kristallinen Schiefer - Borntträger, Berlin.

143 - HARRASOWITS, H. (1927) - Anchimetamorphose, des Gebier Zwischen Oberflächen - und Tiefenumwandlungen der Erdrinde. Ber. Obehess. Ges. Nat. Heilk. Giessen Naturwiss. Abt., 12, pp.9-15.

144 - HILLY, J. (1957) - Etude géologique du massif de l'Edough et du cap de Fer (Est constantinois) - Thèse, Nancy.

145 - HUNT, J.M. (1961) - Distribution of Hydrocarbons in Sedimentary Rocks - Geoch. Cosmochim. Acta, 22, pp.37-49.

146 - ILLING, L.V. (1954) - Bahaman calcareous sands - Am. Ass. Petrol. Geol., vol.38, n°1.

147 - INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE (1959) - Relations entre mode de gisement et propriétés physicochimiques des dolomies - Revue Inst. Fr. Pétrole, XIV, n°4-5, pp.475-518.

148 - KAFKA, F.T. et KIRKBRIDE, R.K. (1959) - The Ragusa oil field, Sicily - Fifth world Petrol. Congr. Section I/12, pp.61-85.

149 - KRYNINE, P.D. (1948) - The megascopic study and field classification of sedimentary rocks - J. Geol., 56, pp.130-165.

150 - KUBLER, B. (1964) - Les argiles, indicateurs de métamorphisme - Rev. Inst. Fr. Pétrole, 19, 10, pp.1093-1113.

151 - KULBICKI, G. (1963) - Utilisation des minéraux argileux dans les problèmes de géologie pétrolière - VIè Congr. Mond. Pétr. (Francfort), Sect.1, paper 10.

152 - KULBICKI, G., SOURISSE, C. et BARADAT, J. (1967) - Analyse UV des standards américains - Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., 1, 2.

153 - LANTEAUME, M. (1959) - Schéma structural des Alpes Maritimes franco-italiennes - Bull. Soc. Géol. Fr., 6ème série, t.8, pp.651-674.

154 - LAFFITTE, R. (1936) - Les rivages des mers jurassiques, crétacées et nummulitiques dans l'Atlas saharien - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., pp.12-13.

155 - LAFFITTE, R. (1939) - Esquisse géologique de l'Aurès - Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème série, n°15.

156 - LEIKINE, M. (1965) - Remarques sur les formations jurassiques au NW de Bougie (Algérie) - C.R. Somm. Soc. Géol. Fr., Fasc.5, pp.156-157.

157 - LOMBARD, A. (1956) - Géologie sédimentaire. Les séries marines - Paris, Masson édit.

158 - LUCAS, G. (1942) - Description géologique et pétrographique des Monts de Ghar Rouban et du Sidi el Abed (frontière algéro-marocaine) - Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème Série, n°16, 2 t.

159 - LUCAS, G. (1952) - Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale - Publ. XIXè Congrès Géol. Intern. Alger, Mon. reg., Algérie, n°21.

160 - LUCAS, G. (1955) - Caractères pétrographiques des calcaires noduleux à faciès ammonitico-rosso de la région méditerranéenne - C.R. Ac. Sc. Paris, t.240, pp.1909-1911.

161 - LUCAS, G. (1955) - Caractères géochimiques et mécaniques du milieu générateur des calcaires noduleux à faciès ammonitico-rosso - C.R. Ac. Sc. Paris, t.240, pp.2000-2002.

162 - LUCAS, G. (1955) - Signification paléocéanique des calcaires noduleux à faciès ammonitico-rosso - C.R. Ac. Sc. Paris, t.240, pp.2342-2343.

163 - MAGNE, J., SERONIE VIVIEN, R.M. et MAIMOUSTIER, G. (1961) - Le Toarcien de Thouars (Deux Sèvres). Colloque sur le Lias français 1960 - Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières n°4, pp.357-397.

164 - MAGNIER, P. (1963) - Etude stratigraphique dans le Gebel Nefousa et le Gebel Garian (Tripolitaine, Libye) - Bull. Soc. Geol. Fr., 7ème série, t.V, n°1, pp.89-94.

165 - MAITRE, D. (le) (1937) - Etudes paléontologiques sur le Lias du Maroc - Nouvelles recherches sur les Spongiomorphidés et les Algues du Lias et de l'oolithe inférieure.- Notes et Mémoires Service des Mines du Maroc n°43.

166 - MICHARD, A. (1969) - Les dolomies - une revue - Bull. Service Carte Géol. Alsace et Lorraine, t.22, fasc.1.

167 - POLVECHE, J. (1960) - Contribution à l'étude géologique de l'Ouarsenis oranais - Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, bull. n°24, 2 t.

168 - RAOULT, J.F. (1965) - Nouvelles données sur la stratigraphie de la Chaîne calcaire au Sud du col des Oliviers (Petite Kabylie) - Note préliminaire - C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., fasc.5, pp.172-173.

169 - RIGO, M. et BARBIERI, F. (1959) - Stratigrafia pratica applicata in Sicilia - Bollotino del Servizio geologico d'Italia, vol.LXXX (1958), pp.1 à 35.

170 - RONOV, A.B. (1958) - Organic carbon in sedimentary rocks, (in relation to the presence of petroleum) - Geochemistry, 5, pp.510-536.

171 - SAVORNIN, J. (1920) - Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifien - Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2ème série stratigraphique - Descriptions régionales n°7, Alger.

172 - SCHMIDT di FRIEDBERG, P. (1962) - Introduction à la géologie pétrolière de la Sicile - Revue Instit. Fr. Pétrole XVII, n°5, pp.635-668.

173 - TERMIER, H. et TERMIER, G. (1962) - Une hypothèse sur le rôle des courants marins dans le dépôt de certains calcaires jurassiques et crétacés - Livre à la mémoire du Professeur P.Fallot - Mém. hors série Soc. Géol. Fr., t.1, pp.97-101.

174 - VATAN, A. (1955) - Pétrographie sédimentaire - Cours professé à l'Ecole Nationale supérieure du Pétrole, Rueil.

175 - VILA, J.M. et SIGAL, J. (1969) - Précisions sur les termes les plus récents de la série du Djebel Safia (Nord du constantinois, Algérie) - C.R. Ac. Sc. Paris, t.268, pp.1461-1463.

176 - WEAVER, C.E. (1960) - Possible uses of clay minerals in search for oil. Clays and clay minerals. 8th Nat. Conf., pp.214-227.

III - / MICROPALEONTOLOGIE / (Autres pays que Tunisie) -

177 - ADAMS, G. (1957) - A study of the morphology and variation of some upper Lias foraminifera - Micropaleontology, vol.3, n°3, pp.205-226.

178 - AGIP MINERARIA (1959) - Microfacies italiane - S.Donato Milanese.

179 - AUROUZE, G., BELLON, J., BIZON, J.J. et JOURNEL, C. (1956) - Sur la présence du genre Kilianina dans le Bassin de Paris - Bull. Soc. Géol. Fr., vol.6, n°6, pp.221-225.

180 - AUROUZE, G. et BIZON, J.J. (1958) - Rapports et différences des deux genres de Foraminifères Kilianina (PFENDER) et Meyendorffina n.gen. - Revue Micropal., Vol.1, n°2, pp.67-75.

181 - BARBIERI, F. (1964) - Micropaleontologia del Lias e Dogger del pozzo Ragusa 1 (Sicilia) - Riv. Ital. Paleont., V, LXX, n°4 pp.709-830.

182 - BARNARD, T. (1956) - Some Lingulinae from the Lias of England - Micropaleontology, vol.2, n°3, pp.271-282.

183 - BARNARD, T. (1957) - Frondicularia from the Lower Lias of England - Micropaleontology, Vol.3, N°2, pp.171-181.

184 - BARNARD, T. (1960) - Some species of Lenticulina and associated genera from the Lias of England - Micropaleontology, Vol.6, n°1, pp.41-55.

185 - BARTENSTEIN, H. et BRAND, E. (1937) - Mikro-paläontologische untersuchungen zur stratigraphie des nordwest - deutschen Lias und Doggers - Abh. senckenberg naturf. Ges 439, Frankfurt A.M.

186 - BIGNOT, G. et GUYADER, J. (1966) - Découvertes de Foraminifères planctoniques dans l'Oxfordien du Havre (Seine Maritime) - Revue Micropal., Vol.9, n°2, pp.104-110.

187 - BIGNOT, G. et GUYADER, J. (1971) - Observations nouvelles sur Globigerina oxfordiana GRIGELIS - II conférence sur les Planctoniques de Rome, 1970 - Publ. 1971.

188 - BOUROULLEC, J. et DELOFFRE, R. (1969) - Les Algues du Jurassique aquitain - Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., vol.4, n°1, pp.79-127.

189 - BOUROULLEC, J. et DELOFFRE, R. (1969) - Interprétation sédimentologique et paléogéographique des microfaciès jurassiques du Sud Ouest aquitain - Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., vol.3, n°2, pp.287-328.

190 - BRONNIMANN, P. (1955) - Microfossils incertae sedis from the upper jurassic and Lower Cretaceous of Cuba - Micropaleontology, vol.1, n°1, pp.28-51.

191 - BRONNIMANN, P. et WERNLI (1971) - Les Globigérines du Dogger du Jura méridional - II conférence sur les Planctoniques de Rome, 1970 - Publ. 1971.

192 - BROUWER, J. (1969) - Foraminiferal assemblages from the Lias of North - Western Europe - North Holland Publishing Company - Amsterdam - London.

193 - BRUN, L. (1962) - Note sur le genre Pfenderina HENSON 1948. Description d'une nouvelle espèce (Pfenderina butterlini) dans le Domérien du Maroc - Revue de Micropal., Vol.5, n°3, pp.185-190.

194 - CANUTI, P. et PIRINI, C. (1964) - Microfossili liassici in ciottoli negli "Scisti Polichromi" dei Monti del Chianti. Palaeontographia italica, vol.LIX, pp.35-52.

195 - CAROZZI, A. (1953) - Présence et importance du genre Nodophthalmidium jurassicum dans le Jurassique supérieur helvétique et jurassien - Archives des Sciences, Genève, 6, pp.85-89.

196 - CAROZZI, A. (1954) - Sédimentation rythmique en milieu coralien. Le Jurassique supérieur du Grand Salève - Archives des Sciences, Genève, vol.7, n°2, pp.65-93.

197 - CAROZZI, A. (1955) - Dasycladacées du Jurassique supérieur du bassin de Genève, Eclog. Geol. Helv., vol.48, n°1, pp.31-67.

198 - CAROZZI, A. (1955) - Sédimentation récifale rythmique dans le Jurassique supérieur du Grand Salève (Haute Savoie - France) - Geol. Rdsch. Stuttgart, vol.43, pp.433-446.

199 - CATI, F. (1959) - Nuovo lituolidae nei calcari grigi liassici del Vicentino - Giornale di Geologia, série 2, vol.XXVII, pp.1-10.

200 - COLOM, G. (1955) - Jurassic - Cretaceous pelagic sediments of the Western Mediterranean zone and the Atlantic area. Micropaleontology, vol.1, n°2, pp.109-124.

201 - COLOM, G. et DUFAURE, Ph. (1962) - Présence de la zone à Palaeodasycladus mediterraneus PIA dans le Lias moyen du Pla de Cuber (Majorque) - C.R. Ac. Sc. Paris, t.255, pp.2617-2619.

202 - COLOM, G. et RANGHEARD, Y. (1966) - Les couches à Protoglobigérines de l'Oxfordien supérieur de l'île d'Ibiza et leurs équivalents à Majorque et dans le domaine subbétique - Revue de Micropal., vol.9, n°1, pp.29-36.

203 - COUSIN, M. et NEUMANN, M. (1971) - Microfaciès du Lias dans les Préalpes juliennes occidentales (Frioul, Italie) - Revue de Micropal., vol.14, n°1, pp.35-49.

204 - CROS, P. (1964) - Présence d'Algues Dasycladacées dans les calcaires liasiques des Dolomites centrales italiennes - C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., fasc.7, pp.277-278.

205 - CROS, P. et LEMOINE, M. (1966) - Dasycladacées nouvelles ou peu connues du Lias inférieur des Dolomites et de quelques autres régions méditerranéennes (1ère partie) - Revue de Micropal., vol.9, n°3, pp.156-168.

206 - CROS, P. et LEMOINE, M. (1967) - Dasycladacées nouvelles ou peu connues du Lias inférieur des Dolomites et de quelques autres régions méditerranéennes (2ème partie) - Revue de Micropal., vol.9, n°4, pp.246-257.

207 - CUVILLIER, J. (1952) - La notion de microfaciès et ses applications - VIIè Conv. Naz. petrolio e metano. Taormina.

208 - CUVILLIER, J. et SACAL, V. (1951) - Corrélations stratigraphiques par microfaciès en Aquitaine occidentale - E.J. Brill, Leiden.

209 - CUVILLIER, J. et DELOFFRE, R. (1964) - Organismes peu connus ou "incertae sedis" dans le Crétacé inférieur du Sud Ouest de l'Aquitaine - Revue Micropal., vol.7, n°1, pp.3-13.

210 - DELANCE, J.H. (1964) - Meyendorffina et Orbitammina dans les calcaires du Comblanchien au Sud Ouest de Dijon - Revue de Micropal. vol.7, n°3, pp.219-222.

211 - DERIN, B. et REISS, Z. (1966) - Jurassic microfacies of Israel. The israel institute of Petroleum,Special Publication, Tel Aviv.

212 - DUFAURE, Ph. (1958) - Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Néocomien de l'Aquitaine à la Provence - Revue de Micropal., vol.1, n°2, pp.87-115.

213 - ELLIOTT, G.F. (1955) - Fossil calcareous Algae from the Middle East. Micropaleontology, vol.1, n°2, pp.125-131.

214 - ELLIOTT, G.F. (1956) - Algues calcaires Codiacées fossiles d'Iraq nouvelles et peu connues - Bull. Soc. Geol. Fr., t.6, fasc.7-9, pp.789-795.

215 - ELLIOTT, G.F. (1957) - New calcareous Algae from the Arabian Peninsula - Micropaleontology, vol.3, n°3, pp.227-230.

216 - ELLIOTT, G.F. (1958) - Fossil calcareous algal floras of the Middle East - Quart. Journ. Geol. London, vol.CXV, part.3, pp.217-232.

217 - EMBERGER, J. (1957) - Lithoporella elliotti nov. sp. Melobesiée nouvelle du Jurassique supérieur des Monts des Oulad-Naïl - Atlas saharien (Algérie) - Bull. Soc. Geol. Fr., t.7, fasc.6, pp.625-629.

218 - EPISTALIE, J. et SIGAL, J. (1960) - Microfaunes du Domérien du Jura méridional et du détroit de Rodez - Revue de Micropal. vol.3, n°1, pp.52-59.

219 - FARINACCI, A. (1959) - Le microbiofaciès giurassiche dei Monti Martani (Umbria) - Universita Degli Studi di Roma - Instituto de Geologica e Paleontologia A VIII, n°41, pp.1-59.

220 - FARINACCI, A. et SIRNA, G. (1959) - Livelli a Saccocoma nel Malm dell" Umbria et della Sicilia - Bollettino della Societa Geologica Italiana, vol.LXXIX, fasc.3, pp.1-23.

221 - FROLLO, M. (1938) - Sur un nouveau genre de Codiacée du Jurassique supérieur des Carpates - Bull. Soc. Geol. Fr., 5, VIII, pp.269-271.

222 - GIANOTTI, A. (1958) - Deux faciès du Jurassique supérieur de Sicile - Revue de Micropal., vol.1, n°1, pp.38-51.

223 - HENSON, F.R.S. (1948) - New Trochamminidae and Verneuilinidae from the Middle East - Ann. Mag. Nat. Hist., série 11, vol.14, pp.605-630.

224 - JOHNSON, J.H. (1951) - An introduction to the study of organic Limestones - Quarterly of the Colorado school of Mines, vol.46, n°2.

225 - JOHNSON, J.H. (1954) - An introduction to the study of Rock building Algae and Algal Limestones. Quarterly of the Colorado school of Mines, vol.49, n°2.

226 - JOHNSON, J.H. (1964) - The jurassic Algae. Quarterly of the Colorado school of Mines, vol.59, n°2.

227 - LASNIER, J. (1965) - Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique des Hautes plaines algériennes (Ain Sefra, Méchéria, Saïda, Nador, Hodna) - Thèse 3ème cycle Université de Paris.

228 - LEBOUCHE, M.C. et LEMOINE, M. (1963) - Dasycladacées nouvelles du Lias calcaire (Lotharingien) du Languedoc méditerranéen (Saint-Chinian, Boutenac) - Revue de Micropal., vol.6, n°2, pp.89-101.

229 - LEFELD, J. et RADWANSKI, A. (1960) - Les Crinoïdes planctoniques - Saccocoma AGASSIZ dans le Malm et le Néocomien haut-tatrique des Tatras polonaises - Acta geologica Polonica, vol.X, n°4, pp.608-614.

230 - LEVY, J. (1966) - Neomizzia (Dasycladacées) nouveau genre du Lias du Maroc - Revue de Micropal., vol.9, n°1, pp.37-39.

231 - LOEBLICH, A.R. et TAPPAN, H. (1964) - In Treatise on Invertebrate Paleontology R.C.MOORE. Part C Protista 2 Sarcodina chiefly "Thecamoebians" and Foraminifera, vol.1 et 2 - The Geological Society of America and the University of Kansas Press.

232 - MAGNE, J., MALMOUSTIER, C. et SERONIE-VIVIEN, M.R. (1961) - Microfaciès du Lias d'Aquitaine - Revue de Micropal., vol.4, n°2, pp.108-118.

233 - MASLOV, V.F. (1956) - Les Algues calcaires fossiles de l'URSS. Moscou.

234 - MAYNC, W. (1958) - Note sur Pseudocyclammina jaccardi et sa synonymie - Revue de Micropal., vol.1, n°1, pp.9-16.

235 - MAYNC, W. (1959) - Biocaractère et analyse morphométrique des espèces jurassiques du genre Pseudocyclammina (Foraminifère) II : Pseudocyclammina lituus (YOKOYAMA) - Revue de Micropal., vol.2, n°3, pp.153-172.

236 - MAYNC, W. (1959) - The Foraminiferal genera Spirocyclina and Iberina - Micropaleontology, vol.5, n°1, pp.33-68.

237 - MAYNC, W. (1960) - Biocaractère et analyse morphométrique des espèces jurassiques du genre Pseudocyclammina (Foraminifères). II : Pseudocyclammina jaccardi (SCHRODT) - Revue de Micropal., vol.3, n°2, pp.103-118.

238 - MAYNC, W. (1961) - Note sur le genre Orbitammina (Foraminifère) et sa répartition stratigraphique - Revue de Micropal., vol.4, n°1, pp.7-16.

239 - MAYNC, W. (1964) - Iberina praelusitanica n. sp. from the upper Oxfordian of Israel - Eclog. Geol. Helv., vol.57, pp.560-569.

240 - MAYNC, W. (1966) - Microbiostratigraphy of the Jurassic of Israel - Ministy of Development Geological survey G.S.I. - Bulletin n°40.

241 - MOROZOVA, V.G. et MOSKALENKO, T.A. (1961) - Foraminifères planctoniques des dépôts limitrophes du Bajocien et du Bathonien du Daghestan central (Nord-Est du Caucase) - Question de Micropaléontologie n°5, Moscou. Traduction ERGM, Paris, pp.1-36.

242 - NEUMANN, L. (1967) - Manuel de Micropaléontologie des Foraminifères, tome 1. Saccaminidae à Ataxophragmiidae, Paris, Gauthier - Villars, édit.

243 - OBERHAUSER, R. (1960) - Foraminferen und Mikrofossilien incertae sedis der ladinischen und Karnischen stufe der Trias aus den ostalpen und aus Persien - Geol. Bundesanst. Wien, Jahrb., spec., vol.5, pp.5-46.

244 - PEYRE, Y. (1959) - Etude sur les organismes du Jurassique présentant en sections taillées l'aspect de filaments - Revue de Micropal., vol.2, n°2, pp.57-67.

245 - PFENDER, J. (1939) - Sur la répartition d'une Codiacée jurassique : Cayeuxia FROLLO - C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., pp.122-123.

246 - PIA, J. (1961) - Les Siphonées verticillées du Carbonifère au Crétacé - Traduction IFP - Technip.

247 - RAFFI, G. et FORTI, A. (1959) - Micropaleontological and Stratigraphical investigations in "Montagna del Morrone" - Revue de Micropal., vol.2, n°1, pp.8-20.

248 - REDMOND, C.D. (1964) - The Foraminiferal family Pfenderinae in the Jurassic of Saudi Arabia - Micropaleontology, vol.10, n°2, pp.251-262.

249 - REMANE, J. (1962) - Les Calpionelles dans les couches de passage Jurassique-Crétacé de la fosse vocontienne. Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, vol.39, pp.25-82.

250 - REMANE, J. (1963) - Révisions paléontologiques de Tintinnopsella oblonga (CAD.) et des espèces avoisinantes (note préliminaire). Revue de Micropal., vol.1, n°2, pp.59-63.

251 - REMANE, J. (1966) - Nouvelles données sur l'âge des "couches du Balcon" du Bec de l'Echaillon (extrémité N du Vercors - cluse de l'Isère) - Trav. Lab. Geol. Grenoble, t.42, pp.263-267.

252 - REY, M. et NOUET, G. (1958) - Microfaciès de la région prérifaine et de la moyenne Moulouya - International sedimentary Petrographical Series - Leiden E.J. - Brill.

253 - SARTONI, S. et CRESCENTI, U. (1959) - La zona à Palaeodasycladus mediterraneus (PIA) nel Lias dell" Appennino meridionale - Giorn. di Geol. ser.2, XXVII (1956-1957), pp.115-139.

254 - SARTONI, S. et CRESCENTI, U. (1962) - Ricerche biostrotigrafiche nel Mesozoico dell' Appennino meridionale - Giorn. di Geol., vol.XXIX (1960-1961), pp.161-304.

255 - SIGAL, J. (1961) - Colloque sur le Lias français - Rapport IIIa - Micropaléontologie et Micrographie - Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, n°4, pp.95-105.

256 - SMOUT, A.H. et SUGDEN, W. (1962) - New information on the foraminiferal genus Pfenderina - Palaeontology, vol.4, n°4, pp.581-591.

257 - VERNIORY, R. (1954) - Eothrix alpina LOMBARD. Algue ou Crinoïde ? Archives des Sciences, Genève, vol.7, fasc.4, pp.327-330.

258 - VERNIORY, R. (1956) - La création du genre Lombardia BRONNIMANN est elle justifiée ? - Archives Sciences, Genève, (9), 1, pp.85-92.

259 - VERNIORY, R. (1956) - Observations sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des Monts Euganeens, Padova (Saccocomas et Tintinnoïdiens) - Archives des Sciences, Genève, vol.9, fasc.1, pp.123-126.

260 - WEYNSCHENK, R. (1956) - Some rare jurassic index Foraminifera - Micropaleontology, vol.2, n°3, pp.283-286.

261 - WILSON, J.L. (1969) - Microfacies and sedimentary structures in "deeper water" lime mudstones - Depositionnal environments in carbonate rocks - SEPM - Special publication n°14.

/ ANNEXE I /

POSITION DES COUPES PRINCIPALES

(Carroyage kilométrique LAMBERT)

A - /CHAINONS JURASSIQUES/ -

1 - DJEBEL BOU KORNINE D'HAMMAM LIF -

Feuille 50 000ème - La Goulette - n°21 - Levés 1889, révisés 1932.

a - Coupe du Signal du Bou Kornine -

Début	378, 410	538, 895
Fin	378, 350	539, 020

b - Coupe de la cote 282 -

Début	379, 785	538, 610
Fin	378, 840	538, 680

c - Coupe des carrières d'Hammam Lif -

Début	380, 120	539, 010
Fin	379, 960	539, 200

d - Coupe "C" -

Début	379, 700	538, 990
Fin	379, 680	539, 045

e - Coupe de l'Oued -

Début	379, 505	539, 030
Fin	379, 660	539, 260

f - Coupe "D" -

Début	379, 415	539, 500
Fin	379, 590	539, 615

2 - DJEBEL RESSAS -

Feuille 50 000ème - Grombalia - n°29 - Edition 1955.

a - Coupe "A" -

Début	366, 130	537, 710
Fin	366, 110	538, 090

b - Coupe "B" -

Début	366, 280	538, 170
Fin	366, 360	538, 350

c - Coupe "C" -

Début	365, 975	538, 420
Fin	366, 030	538, 500

d - Coupe "D" -

Début	366, 200	538, 960
Fin	365, 770	539, 170

3 - DJEBEL ZAGHOUAN -

Feuille 50 000ème - Djebel Zaghouan - n°35 - Edition 1932.

a - Coupe du Djebel Staa -

Début	340, 670	517, 235
Fin	338, 790	515, 570

b - Coupe de la cote 442 -

Début	338, 310	516, 280
Fin	338, 100	516, 180

c - Coupe du Kef el Orma -

Début	341, 285	519, 440
Fin	341, 030	519, 280

d - Coupe du Kef el Orma (flanc est) -

Début	340, 430	520, 320
Fin	340, 470	520, 180

e - Coupe du synclinal de Sidi Bou Gabrine -

Début	341, 650	518, 565
Fin	341, 850	518, 410

f - Coupe de la falaise de Bou Gabrine -

Début	341, 560	518, 580
Fin	341, 315	518, 725

4 - DJEBEL BENT SAIDANE -

Feuille 50 000ème - Djebel Fkirine - n°42 - Levés 1893 - révisés 1930.

a - Coupe de la cote 769 -

Début	325, 640	508, 605
Fin	326, 315	508, 500

b - Coupe "B" -

Début	328, 420	506, 510
Fin	328, 420	506, 800

c - Coupe de la cote 467 -

Début	328, 690	506, 340
Fin	328, 840	506, 400

5 - DJEBEL ZARESS -

Feuille 50 000ème - Djebel Fkirine - n°42 - Levés 1893 - révisés 1930.

a - Coupe de la cote 626 -

Début	318, 700	501, 300
Fin	318, 940	500, 920

b - Coupe "B" -

Début	318, 720	500, 700
Fin	318, 720	500, 640

c - Coupe de la cote 572 -

Début	318, 775	500, 640
Fin	318, 820	500, 420

d - Coupe "D" -

Début	318, 855	500, 550
Fin	318, 920	500, 480

6 - OUED GUELTA -

Feuille 50 000ème - Djebel Zaghouan - n°35 - Edition 1932.

514, 000 335, 800

B - /AFFLEUREMENTS SITUES A L'EST DES CHAINONS/ -

1 - HAMMAM ZRIBA -

Feuille 50 000ème - Bou Ficha - n°36 - Levés 1893 et 1930 - révisés 1932.

Début	337, 780	526, 700
Fin	337, 790	526, 900

2 - DJEBEL MDEKER -

Feuille 50 000ème - Enfidaville - n°43 - Levés 1893 - révisés 1930.

325, 625 530, 000

C - /AFFLEUREMENTS SITUES A L'OUEST DES CHAINONS/ -

1 - DJEBEL AMAR -

Feuille 50 000ème - Grombalia n°29 - Edition 1955.

397, 550 512, 850

2 - DJEBEL OUST -

Feuille 50 000ème - Oudna -

a - Coupe I - Carrière du flanc sud -

Début	357, 500	513, 350
Fin	357, 250	513, 250

b - Coupe II - Flanc est -

Début	358, 175	515, 000
Fin	357, 850	515, 200

c - Coupe III - Flanc nord -

Début	358, 950	513, 050
Fin	358, 000	513, 225

3 - DJEBEL AZIZ -

Feuille 50 000ème - Oudna -

a - Coupe I -

Début	356, 540	498, 900
Fin	356, 250	498, 925

b - Coupe II -

Début	356, 225	498, 600
Fin	356, 175	498, 775

4 - DJEBEL RAOUAS -

Feuille 50 000ème - Zaghouan - n°35 - Edition 1932.

a - Coupe I -

Début	346, 075	497, 900
Fin	346, 000	497, 975

b - Coupe II -

Début	346, 475	497, 425
Fin	346, 050	498, 000

5 - DJEBEL BOU KORNINE DE PONT DU FAHS -

Feuille 50 000ème - Zaghouan - n°35 - et Bou Arada n°34.

a - Coupe I -

Début	352, 400	494, 725
Fin	352, 225	494, 725

b - Coupe II -

Début	352, 125	494, 675
Fin	352, 125	494, 750

c - Coupe III -

Début	352, 100	494, 500
Fin	352, 050	494, 725

C - / POINTEMENTS NORD-OCCIDENTAUX /

1 - DJEBEL ICHKEUL

Feuille 50 000ème - Djebel Ichkeul - Edition 1936.

a - Coupe de l'extrémité NE -

Début	426, 680	483,290
Fin	426, 440	482, 850

b - Coupe de la cote 511 -

Début	424, 100	479, 380
Fin	424, 845	479, 425

c - Coupe de la cote 123,2 -

Début	424, 580	477, 025
Fin	424, 780	476, 760

D - / AXE NORD-SUD /

1 - DJEBEL NARA -

Feuille 50 000ème - Hadjeb el Aïoun n°78 - Edition 1933.

a - Coupe du Kef el Hassine -

Début	484, 050	216, 230
Fin	483, 530	216, 350

b - Coupe du Kef Krachrmat -

Début	482, 710	218, 370
Fin	482, 540	218, 450

2 - DJEBEL CHAABET EL ATTARIS -

Feuille 50 000ème - Djebel es-Souda -

Début	482, 250	212, 825
Fin	479, 450	213, 475

3 - DJEBEL SIDI KRALIF -

Feuille 50 000ème - Djebel es-Souda -

a - Premier tronçon -

Début	481, 950	200, 850
Fin	481, 700	201, 000

b - Deuxième tronçon -

Début	481, 400	200, 900
Fin	481, 300	201, 950

/ ANNEXE II /

CLASSIFICATION DES ROCHES CARBONATEES

CLASSIFICATION DES ROCHES CARBONATEES -

D'après notes S.N.P.A. - D.FOURNIE "Essai de classification terminologique des roches carbonatées" - 1965 et 1967.

La terminologie proposée essaye de répondre à un souci de normalisation des descriptions relatives aux roches carbonatées. En s'inspirant de celle de R.L.FOLK, elle s'applique, pour l'instant, seulement à une classification d'ordre purement analytique.

D'après R.L.FOLK, les principaux constituants des roches carbonatées se groupent en trois ensembles qui sont :

- les constituants terrigènes : tous les matériaux provenant de l'érosion des régions-mères, situées à l'extérieur du bassin sédimentaire, transportés sous forme solide jusqu'aux sédiments.

- les constituants orthochimiques : ils groupent, à la fois, la matrice, boue carbonatées (calcite ou dolomite) cryptocristalline, les ciments de cristallinité supérieure, les divers minéraux carbonatés de substitution ou de recristallisation.

- les constituants allochimiques : formés par tous les matériaux carbonatés manifestement transportés ou bien individualisés par certains caractères.

Les roches carbonatées ne contiennent, par définition, au maximum que 50 % de constituants terrigènes. La présente terminologie, employée pour ces roches, va donc être seulement fonction de la nature et de la cristallinité des constituants orthochimiques, ainsi que de la nature et de la fréquence des constituants allochimiques.

. Nature et cristallinité des constituants orthochimiques -

Afin de bien préciser, à la fois, la nature et la cristallinité des constituants orthochimiques, trois termes ont été retenus (un de plus que R.L.FOLK). Ces trois termes correspondent à trois stades de cristallinité qui sont :

- pour la calcite :

micrite	- cristallinité inférieure à 10 µ
microsparite	- cristallinité entre 10 µ et 80 µ
sparite	- cristallinité supérieure à 80 µ

- pour la dolomite :

Ces trois termes sont conservés, mais précédés du préfixe "Dolo".

Afin de mesurer la cristallinité, au microscope, il a été convenu de choisir, préférentiellement, la dimension la plus grande sur le plus petit côté des cristaux étudiés.

. Cas particuliers d'une roche carbonatée à un seul constituant orthochimique mais de cristallinité variée -

Trois cas ont été envisagés :

- calcaire (ou dolomie) cryptocristallin à plages plus cristallines bien individualisées

  Dismicrite (ou dolodismicrite).

- calcaire (ou dolomie) formé de l'agrégat de cristaux à cristallinités principales différentes

  Ex : micrite et microsparite

- calcaire (ou dolomie) dont la cristallinité moyenne des constituants orthochimiques est à la limite de deux stades de cristallinité

  Ex : dolomicrosparite à dolosparite.

. Cas particulier d'une roche carbonatée formant passage entre les calcaires et les dolomies -

Seule la cristallinité et la nature du carbonate orthochimique dominant interviendront sur le choix du terme à employer.

<table>
<tr><td colspan="2">0 %</td><td>25 %</td><td colspan="2">50 %</td><td>75 %</td><td>100 %</td><td>Calcite</td></tr>
<tr><td colspan="2">100 %</td><td>75 %</td><td colspan="2">50 %</td><td>25 %</td><td>0 %</td><td>Dolomite</td></tr>
<tr><td>Dolomie</td><td>Dolomie
Calcaire</td><td colspan="2">Calcaire
dolomitique</td><td colspan="2">calcaire</td><td>roches</td></tr>
</table>

Ex. : Calcaire cryptocristallin dolomitique : Micrite dolomitique,
Dolomie cristalline calcaire : Dolosparite calcaire.

. Nature des constituants allochimiques -

Sept types de constituants allochimiques sont volumétriquement importants dans les roches carbonatées (R.L.FOLK en différenciait 4) :

- Intraclasts : fragments de sédiments carbonatés pénécontemporains arrachés des parties contiguës du fond de la mer, présentant parfois des différences pétrographiques qui sont compatibles avec un type de dépôt voisin de celui envisagé pour la matrice du sédiment étudié.

- Gravelles : fragments de sédiments habituellement roulés, de formes subarrondies (taille généralement inférieure à 1000μ), provenant d'une source d'apport souvent unique (monogéniques), à caractères pétrographiques différents de ceux observés dans la matrice du sédiment étudié.

- Lithoclasts : fragments de sédiments habituellement anguleux (taille généralement supérieure à 1000μ), souvent polygéniques, à caractères pétrographiques différents de ceux observés dans la matrice du sédiment étudié.

- Pellets : granules ou agrégats de boue carbonatée, arrondis, sphériques, elliptiques, ovoïdes, dépourvus de structure interne, généralement abondants et de taille variant principalement entre 3μ et 80μ.

Les particules coprolithiformes, sans structure interne, (classées dans les coprolithes) seront groupées avec les pellets.

- Oolithes : grains de carbonate ayant un noyau, présentant autour de celui-ci une structure radiale ou concentrique, parfois les deux en même temps.

Les pisolithes, sans structure particulière, entrent dans cette catégorie bien qu'ils n'aient probablement pas la même origine.

- Biopisolithes : grains de carbonate ayant un noyau quelconque sur lequel des organismes particuliers ont formé des encroûtements.

- Bioclasts : tous les fossiles ou fragments de fossile, enrobés ou non par une gangue allochimique.

(Les fragments enrobés seront comptés, à la fois, dans les bioclasts et selon le cas, dans l'une des autres catégories de constituants allochimiques).

Bien que différenciés, les coprolithes vrais, à structure interne visible, seront eux aussi comptés avec les bioclasts.

Dès qu'une roche carbonatée contient plus de 10 % de constituants allochimiques particuliers, ceux-ci doivent être signalés par un terme ou un préfixe (Intra...., graveleux, à lithoclasts, Pel..., Oo..., à biopisolithes, Bio...), qui est ajouté au nom précédemment choisi pour définir les constituants orthochimiques ; Ex. : Intramicrite, Dolosparite graveleuse. Entre divers constituants allochimiques communs à une même roche, l'examinateur fixe lui-même son choix sur l'un ou plusieurs d'entre eux, selon les besoins ou les nuances qu'il désire exprimer lors de la description analytique d'une séquence lithologique.

Ex. : Biopelmicrite - Biodolosparite graveleuse.

. Cas particulier des roches récifales -

Le cas échéant, le terme proposé par R.L.FOLK, de Biolithite pourrait être employé pour désigner les roches calcaires construites présentant les organismes en place ; pour les dolomies de ce type, le terme serait alors Dolobiolithite.

Ex. : Biolithite à Algues

Dolobiolithite à Polypiers.

CONCLUSIONS -

La terminologie présentement définie permet de normaliser toutes les descriptions analytiques des roches carbonatées suivant un certain nombre de critères pétrographiques bien précis.

/EQUIVALENCES CLASSIFICATION FOLK - CLASSIFICATIONS CONVENTIONNELLES/

Micrite $< 10\mu$	Calcaire cryptocristallin Calcaire lithoïde
Microsparite 10 à 80μ	Calcaire microcristallin Calcaire finement cristallin
Sparite $> 80\mu$	Calcaire finement cristallin Calcaire cristallin Calcaire très cristallin Calcaire finement grenu ou microgrenu Calcaire grenu
Intra micrite Intra microsparite Intra sparite	Calcaire cryptocristallin à très cristallin à : . gravelles intraformationnelles . gravelles concrétionnées pro parte { . bréchoïde, . pseudobréchique, . graveleux, . micrograveleux, . à granules
Micrite graveleuse Microsparite graveleuse Sparite graveleuse	Calcaire cryptocristallin à très cristallin pro parte { . micrograveleux, . graveleux, . à débris de roches, . pseudobréchique, . bréchoïde, . pseudo oolithique, . à granules

Oo micrite Oo microsparite Oo sparite	Calcaire cryptocristallin à très cristallin . oolithique . pisolithique
Bio micrite Bio microsparite Bio sparite	Calcaire cryptocristallin à très cristallin : . graveleux organogène à ... . organogène à ... . organodétritique à ... . bioclastique
Pel micrite Pel microsparite Pel sparite	Calcaire cryptocristallin à très cristallin à . grumeaux . flocons . grumeaux adhérents . pseudo oolithique . pelletoïdal
Dis micrite	Calcaire cryptocristallin à . plages cristallines . plages recristallisées

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Tunisie - Plan de position des affleurements et sondages étudiés.

Figure 2 - Répartition des organismes dans le Jurassique de Tunisie.

Figure 3 - Saccocoma tenella (GOLDFUSS).

Figure 4 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figure 5 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figure 6 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figure 7 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figure 8 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figure 9 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figure 10 - Sections d'articles de Crinoïdes pélagiques : Saccocoma AGASSIZ.

Figures11 - Zones des Massifs jurassiques - Echelle 1/500 000.

Figure 12 - Carte géologique du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif - Echelle 1/20 000.

Figure 13 - Coupe du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif - Echelle 1/2000.

Figure 14 - Coupe structurale du Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif.

Figure 15 - Carte géologique du Djebel Ressas.

Figure 16 - Coupe du Djebel Ressas - Echelle 1/2000.

Figure 17 - Unités structurales du Djebel Zaghouan - Echelle 1/50 000.

Figure 18 - Coupe du Djebel Staa (partie inférieure) - Echelle 1/2000.

Figure 19 - Coupe du Djebel Staa (partie supérieure) - cote 442 - Echelle 1/2000.

Figure 20 - Coupe de la cote 633 (Djebel Zaghouan) - Echelle 1/2000.

Figure 21 - Coupe de Bou Gabrine (Zaghouan) - Echelle 1/2000.

Figure 22 - Coupe du Kef el Orma (Zaghouan) - Echelle 1/2000.

Figure 23 - Coupe du Kef el Orma (Zaghouan) flanc est - Echelle 1/200.

Figure 24 - Coupe de la base du Grand Pic (Dj. Zaghouan) - Echelle 1/2000.

Figure 25 - Djebel Zaghouan - Coupe de la piste de Bou Gabrine au Poste Optique - Echelle 1/1000.

Figure 26 - Coupe de l'Oued Guelta - Echelle 1/500.

Figure 27 - Coupe du flanc NW du Djebel Azeiz - Echelle 1/2000.

Figure 28 - Djebel Bent Saïdane - Coupe de la cote 769 - Echelle 1/2000.

Figure 29 - Djebel Bent Saïdane - Coupe "B" - coupe de la cote 467. Echelle 1/2000.

Figure 30 - Coupe structurale du Djebel Bent Saïdane (coupe de la cote 467)

Figure 31 - Coupe du Djebel Fkirine (cote 603) - Echelle 1/2000.

Figure 32 - Coupe du Djebel Zaress - Echelle 1/2000.

Figure 33 - Coupes structurales du Djebel Zaress.

Figure 34 - Coupe du Djebel Azrek (Hammam Jedidi) - Echelle 1/1000.

Figure 35 - Coupe d'Hammam Zriba - Echelle 1/2000.

Figure 36 - Plan de position des échantillons de l'Oued Siguet Nilla - Echelle 1/50 000.

Figure 37 - Coupe du Djebel Amar - Echelle 1/2000.

Figure 38 - Coupes du Djebel Oust - Echelle 1/2000.

Figure 39 - Coupes du Djebel Aziz - Echelle 1/2000.

Figure 40 - Coupe du Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs - Echelle 1/2000.

Figure 41 - Coupe du Djebel Raouas - Echelle 1/2000.

Figure 42 - Carte géologique du Djebel Ichkeul - Echelle 1/29 000.

Figure 43 - Coupe du Djebel Ichkeul - Echelle 1/5000.

Figure 44 - Echantillonnage des formations carbonatées dans le Trias d'Oued Zarga - Echelle 1/2000.

Figure 45 - Répartition géographique des principales unités structurales dans l'Axe Nord-Sud.

Figure 46 - Coupes du Djebel Haouareb - Echelle 1/2000.

Figure 47 - Djebel Touila - Coupe du Djebel Loredga - Echelle 1/2000.

Figure 48 - Esquisse géologique des Djebel Touati, Bou Gabrine et Guefaiat - Echelle 1/50 000.

Figure 49 - Esquisse géologique des Djebels Nara, Attaris, Akrouta (partie nord) - Echelle 1/50 000.

Figure 50 - Coupe structurale du Djebel Nara - Echelle 1/50 000.

Figure 51 - Coupe du Djebel Nara (Kef el Hassine, Kef el Krakrmat) - Echelle 1/2000.

Figure 52 - Coupe du Djebel Nara Nord (Ali Djeridi) - Echelle 1/2000.

Figure 53 - Coupe du Djebel Chaabet el Attaris - Echelle 1/2000.

Figure 54 - Coupe structurale du Djebel Chaabet el Attaris.

Figure 55 - Esquisse géologique des Djebels Akrouta (partie sud), Sidi Kralif et Faïd - Echelle 1/50 000.

Figure 56 - Coupe structurale du Djebel Sidi Kralif - Echelle 1/50 000.

Figure 57 - Coupe du Djebel Sidi Kralif - Echelle 1/2000.

Figure 58 - Djebel Sidi Kralif - Krechem el Kelb - Coupe de l'Oued - Echelle 1/1000.

Figure 59 - Coupe structurale du Djebel Faïd - Echelle 1/50 000.

Figure 60 - Répartition des Ammonites dans la coupe du Djebel Nara.

Figure 61 - Phénomènes de dolomitisation secondaire en Tunisie septentrionale et centrale.

Figure 62 - Granulométrie des dolomies - Formation Nara - Partie inférieure - Djebel Nara (Nord).

Figure 63 - Granulométrie des dolomies - Formation Nara - Partie supérieure - Djebel Nara (Nord).

Figure 64 - Granulométrie des dolomies - Formation Nara - Partie inférieure - I - Djebel Chaabet el Attaris.

Figure 65 - Granulométrie des dolomies - Formation Nara - Partie inférieure - II - Djebel Chaabet el Attaris.

Figure 66 - Granulométrie des dolomies - Formation Nara - Partie supérieure - Djebel Chaabet el Attaris.

Figure 67 - Tunisie Nord Est - Zone des Massifs jurassiques - affleurements étudiés en Géochimie.

Figure 68 - Le Quartz dans la fraction fine et le carbone organique du résidu insoluble CO (RI).

Figure 69 - Covariations des chalcophiles en fonction du CO (RI) - Lias - Dogger.

Figure 70 - Covariations des chalcophiles en fonction du CO (RI) - Malm.

Figure 71 - Covariations du chrome, du vanadium et du bore en fonction du CO (RI).

Figure 72 - Bore dans la fraction fine, % en carbonates, carbone organique dans la roche totale et CO (RI).

Figure 73 - Corrélations dans le Jurassique - Crétacé inférieur Djebel Zaress - CB.7 - CB.1.

Figure 74 - Corrélations par microfaciès dans le Jurassique des sondages CF.2 - CF.1 - ZB.1.

Figure 75 - Essai de corrélations par microfaciès dans le Jurassique des sondages CF.2 - CF.1 - ZB.1 - ABK.1.

Figure 76 - Corrélations par microfaciès dans le Jurassique des sondages CF.1 - ZB.1 - SO.1.

Figure 77 - Essai de corrélations par microfaciès dans le Jurassique des sondages OS.1 - BS.1 - CF.1.

Figure 78 - Sud-tunisien et Tripolitaine - Plan de position des coupes de terrain et sondages - Echelle 1/5 000 000.

Figure 79 - Essai de Paléogéographie du Trias supérieur et moyen - Echelle 1/5 000 000.

Figure 80 - Jurassique de Tunisie - Essai de reconstitution des milieux de dépôt - Chaînons jurassiques.

Figure 81 - Jurassique de Tunisie - Essai de reconstitution des milieux de dépôt - Affleurements à l'W des Chaînons.

Figure 82 - Jurassique de Tunisie - Essai de reconstitution des milieux de dépôt - Axe Nord-Sud.

Figure 83 - Jurassique de Tunisie - Essai de reconstitution des milieux de dépôt - Bassin des Chotts.

Figure 84 - Répartition des organismes constructeurs dans les faciès récifaux du Zaghouan - Echelle 1/40 000.

Figure 85 - Esquisse paléogéographique du Lias moyen dans le Nord-Est de la Tunisie - Echelle 1/500 000.

Figure 86 - Paléogéographie du Lias inférieur et moyen en Tunisie.

Figure 87 - Paléogéographie du Dogger à Callovo-Oxfordien inférieur en Tunisie.

Figure 88 - Paléogéographie de l'Oxfordien supérieur en Tunisie.

Figure 89 - Paléogéographie du Kimméridgien - Tithonique inférieur en Tunisie.

Figure 90 - Paléogéographie du Tithonique supérieur en Tunisie.

Figure 91 - Paléogéographie du Djebel Zaghouan au Kimméridgien - Tithonique.

Figure 92 - Hypothèse sur l'installation du banc biostrome (Kimméridgien - Tithonique) dans le Nord Est de la Tunisie.

Figure 93 - Discordances possibles dans le Jurassique de Tunisie.

Figure 94 - Schéma stratigraphique du Jurassique (I) - variations de faciès E-W.

Figure 95 - Schéma stratigraphique du Jurassique (II) - variations de faciès N-S.

Figure 96 - Figurés des roches carbonatées, figurés des fossiles.

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 - Carte géologique du Djebel Hairech - Echelle 1/42 000.

Planche 2 - Trias de Tunisie - Libye et Sicile - Ses relations avec le Jurassique - Echelle verticale 1/10 000.

Planche 3 - Corrélations stratigraphiques dans le Djebel Zaghouan - Echelle des hauteurs : 1/1000.

Planche 4 - Corrélations stratigraphiques dans les coupes Djebel Bou Kornine - Djebel Ressas - Djebel Zaghouan - Djebel Bent Saïdane - Djebel Zaress - Echelle des hauteurs : 1/2000.

Planche 5 - Essai de corrélations stratigraphiques dans le Toarcien - Aalénien - Bajocien - Bathonien des Chaînons jurassiques - Echelle des hauteurs : 1/500.

Planche 6 - Essai de corrélations par microfaciès dans les coupes de terrain Djebel Bou Kornine - Djebel Aziz - Djebel Raouas - Djebel Oust - Echelle des hauteurs : 1/2000.

Planche 7 - Corrélations stratigraphiques E-W dans les séries jurassiques Djebel Zaghouan - Djebel Oust - Djebel Raouas - Djebel Aziz - Djebel Bou Kornine de Pont du Fahs - CB.1 - Djebel Amar.

Planche 8 - Corrélations stratigraphiques N-S dans les séries jurassiques Djebel Bou Kornine d'Hammam Lif - Djebel Zaghouan - Djebel Zaress - Djebel Haouareb - Djebel Nara - CF.1 - DS.1.

Planche 9 - Esquisse paléogéographique du Kimméridgien - Tithonique dans le Nord Est de la Tunisie - Echelle 1/500 000.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Subdivisions du Jurassique - d'après Colloque International du Jurassique - Luxembourg - Août 1962.

Tableau 2 - Subdivisions du Jurassique en Tunisie.

Tableau 3 - Chaînons jurassiques - Répartition des Tintinnoïdiens.

Tableau 4 - Affleurements à l'Est et à l'Ouest des Chaînons - Répartition des Tintinnoïdiens.

Tableau 5 - Axe Nord-Sud - Répartition des Tintinnoïdiens.

Tableau 6 - Forages de Tunisie - Répartition des Tintinnoïdiens.

Tableau 7 - Répartition des Tintinnoïdiens en Tunisie.

Tableau 8 - Série stratigraphique du Jurassique de Tunisie (région Nord Est).

Tableau 9 - Formations du Jurassique et du Crétacé inférieur.

Tableau 10 - Interprétations stratigraphiques successives de la cuesta jurassique du Dahar (région de Tataouine).

LEXIQUE ELEMENTAIRE ARABE-FRANCAIS DES NOMS DE LIEU

Les noms de lieu arabes reflètent très souvent les conditions topographiques locales. Il a paru intéressant de donner ici un bref lexique arabe-français des principaux termes géographiques. L'orthographe adoptée est celle des cartes.

AIN (plur.AIOUN) : source,

BAHIRAT : terre basse et humide, généralement fertile,

BATENE : plateau entaillé par une vallée,

BIR : puits,

BLED : pays, ville,

BORDJ : toute maison importante,

CHAABAT : torrent ou ravin,

DAHAR : colline basse et arrondie,

DAMOUS : excavation,

DAR (plur.DIAR) : maison en pierre,

DECHERAT : ensemble de DIAR,

DJEBEL : montagne, en général,

DJERAOUIL : petit ruisseau,

DOUAR : village,

DRAA : colline allongée,

DYR : plateau long et étroit en forme de cuvette,

ENFIDAT : bordure d'Oued, recouverte en temps de crue,

FEDJ : col,

FOUM : débouché d'un défilé, d'une gorge,

GANTRA : pont ou, en général, voie naturelle de communication,

GARAAT : dépression marécageuse,

GARAT (plur.GOUR) : colline à flancs très raides et à sommet tabulaire (témoin d'érosion),

GOURBI : hutte de branchage ou de terre sèche,

GUERN : éperon,

GUESSAA : pourtour d'une cuvette synclinale,

HAMADAT : plateau pierreux,

HAMMAM : source thermale ou jet de vapeur,

HAOUD : bassin,

HAOUTA : lieu consacré,

KALAAT : plateau élevé entouré d'abrupts,

KEF : zone saillante et rocheuse d'un Djebel,

KOUDIAT : relief topographique peu important, éminence conique isolée,

KRANGUAT : défilé, gorge,

KROUMAT : mamelon,

MECHRAT : ensemble de gourbis,

MEDJEZ : gué, passage en général,

MERDJAT : prairie marécageuse,

MERFEG : éperon coudé,

NAHR : fleuve,

OGLAT : petite SEBKRA,

OUED : cours d'eau,

RAS : pic,

REGOUBAT (ou ARGOUB) : croupe,

RHABA (ou REBAA) : forêt, brousse,

RHAR : grotte, caverne,

RHEDIR : petite excavation où s'accumule l'eau de pluie,

SAHEL : plaine côtière,

SAKHIET : canalisation,

SANIET : jardin,

SEBKRA : dépression lacustre à eau généralement salée,

SFAYA : plateforme rocheuse,

SIF (plur.SIOUF) : couche formant saillie,

SRA : crête ou ligne de cimes,

SRASIF : ensemble de SIOUF,

TELL : plateforme cultivable,

ZAOUIA : école, hospice ou autre établissement fixe,

ZRIBAT : enclos, parc à bestiaux.

- d'après L.PERVINQUIERE - Etude géologique de la Tunisie centrale (1903) -

ACADÉMIE DE PARIS

UNIVERSITÉ DE PARIS VI

4, Place Jussieu - 75230 PARIS-CEDEX 05

SERVICE DE LA SCOLARITE

Bureau des Enseignements du 3e cycle

TÉLÉPHONE : 336-25-25 - 325-12-21

PERMIS D'IMPRIMER

DOCTORAT : DOCTORAT ES SCIENCES . . . . . .

THESE DE : GEOLOGIE . . . . . .

NOM : Monsieur BONNEFOUS . . . . . .

Prénoms : Jean . . . . . .

né le 19/10/. . . . 1928 . à MAYENCE (ALLEMAGNE) . . . . . Dépt : . . .

1ère THESE : "Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique de Tunisie." . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2e THESE (Propositions faites par l'Université) : . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

ESIDENT : M. LUCAS

AMINATEURS : Mme NEUMANN
M. JAUZEIN
M. CASTANY

Vu et Approuvé

PARIS, le 27 Novembre 1972

Le Président

de l'Université de PARIS VI